

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION TE GRONINGEN.

Het drainage proefveld te Uithuizermeeden in de jaren 1900—1910,

DOOR

J. HUDIG (*rapporteur*) en H. WELT.

Inleiding.

In 1900 werd te Uithuizermeeden op initiatief van Dr. SJOLLEMA, destijds directeur van het Rijkslanbouwproefstation te Groningen, een proefveld aangelegd, dat systematisch gedraineerd werd, en waarvan het „drainwater” in reservoirs verzameld kan worden.

De bedoeling van den aanleg was, dat men door analyse van het opgevangen drainwater, de verliezen aan salpeter-stikstof en van die voornaamste stoffen, welke voor de plantenvoeding van beteekenis zijn, en welke door uitspoeling plaats hebben, zou leeren kennen.

Het zijn vooral de Fransche proeven te Grignon geweest, waarvan DÉHÉRAIN de geestelijke vader was, welke bij Dr. SJOLLEMA den stoot tot dit plan gegeven hebben.

DÉHÉRAIN's resultaten waren zoo verrassend en zoo afwijkend van de beroemd geworden ondervindingen te Rothamsted, dat het alleszins gerechtvaardigd werd, ook voor Nederlandsche toestanden een drainage-onderzoek te beginnen.

De beteekenis van het nitrificatie-vraagstuk, is door SJOLLEMA in *Cultura* van 1900 ¹⁾ uiteengezet, en later in de verslagen der Rijkslanbouwproefstations behandeld. ²⁾

SJOLLEMA kon aan de hand van eigen proefnemingen in het klein het Fransche resultaat bevestigen, dat in tegenstelling met de Engelsche ervaring (te Rothamsted) het quantum van de door nitrificatie der stikstofhoudende organische stoffen, gevormde nitraten bedenkelijk groot kan zijn.

Bedroeg te Rothamsted het jaarlijksch nitraatstikstofverlies op braakland, gemiddeld per H.A. ± 40 K.G., DÉHÉRAIN vond op zijn land, een zandigen leemgrond, eenmaal een verlies van 220 K.G., hetgeen gelijk staat met eene hoeveelheid, die in ruim 13 balen chilisalpeter aanwezig is.

¹⁾ Oct., Nov. en Dec. aflevering.

²⁾ 1901, 1902, 1903.

Een even groot verlies stelde SJOLLEMA vast bij een zandgrond uit Wijster, terwijl een zavelige kleigrond uit Middelstum ± 70 K.G. nitraatstikstof verloor ¹⁾. De cijfers zijn op de H.A. en per jaar berekend.

Met deze cijfers voor oogen, was de urgentie van een drainwater-onderzoek voor Nederlandsche toestanden aangetoond. De drainage is vooral op poldergronden van bijzonder belang, omdat in gedraineerd land, het water sneller afvloeit, dan op ongedraineerd land, een omstandigheid, die wellicht iets met de nitrificatie te maken heeft, daar de chemische en bacteriologische processen bij die verschillende watercirculatie een verschillend verloop kunnen hebben.

Een onderzoek naar de stikstofverliezen, — daarom gaat 't in de praktijk, — kan voor den landbouwer niet zonder beteekenis zijn. In hoeverre het Uithuizermeedensche onderzoek in staat is gebleken antwoord op verschillende vragen te geven, zal later behandeld worden.

Over de inrichting van de proef zelf vindt men in hoofdstuk II alle bijzonderheden.

Behalve in Cultura 1900 en de proefstationverslagen der jaren 1901, 1902, 1903, waarin Dr. SJOLLEMA over de proef mededeelingen deed, is een uitvoerig verslag verschenen van den heer H. WELT, den proefveldhouder, in de Handelingen der Groninger Maatschappij van Landbouw en Nijverheid, jaargang 1903—1904, blz. 170.

Wij behandelen thans het verloop der proefneming van den aanvang af, terwijl we op het nitrificatie-vraagstuk en de Fransche en Engelsche proeven een weinig uitvoerig ingegaan zijn. Wel is waar vervallen we in herhaling van het reeds gepubliceerde, zij het ook in anderen vorm, doch ter wille van de volledigheid zijn we over het bezwaar heengestapt; bovendien verdienen de Fransche en Engelsche proeven ook nu nog de Nederlandsche belangstelling dubbel en dwars.

Het inzicht, dat de Uithuizermeedensche proef in verschillende aangelegenheden verschaft heeft, berust op een zeer omvangrijk cijfermateriaal, hetwelk in het verslag in talloze tabellen en tabelletjes is weergegeven ²⁾. Voor menigeen zal het lezen hierdoor minder aangenaam geworden zijn, wat droog misschien, maar voor wie zich in de proef inwerken wil, is de kennishame van al dit cijfermateriaal noodig; want zonder dat verkrijgt men nu eenmaal het verlangde inzicht bij onderzoekingen als deze niet.

De analyses zijn in den loop der tijden door den heer VAN BEUNINGEN VAN HELSDINGEN, door den rapporteur en door den heer TEN HAVE verricht.

¹⁾ Cultura 1900.

²⁾ We hebben er naar gestreefd, wanneer voor ons betoog een blik op enkele cijfers uit een groote tabel noodig was, deze cijfers uit de tabel te lichten en in den text weer te geven. Daardoor meenen we het lastige opslaan en zoeken in de groote tabellen voorkomen te hebben.

HOOFDSTUK I.

Algemeene beschouwingen; de Engelsche en de Fransche proeven.

Bij de stikstofbemesting heeft men niet alleen rekening te houden met de stikstof, die in den mest op het land komt, maar ook met de hoeveelheid stikstof, welke reeds in den bodem aanwezig is en voor het grootste deel in organischen vorm daarin voorkomt. Van dit organische materiaal wordt een *gedeelte* door de werkzaamheid van bacteriën eerst in ammoniak en daarna in nitrieten en nitraten omgezet. De plant kan slechts van den anorganischen vorm profiteren, dus van de ammoniak en de nitraten.

De ammoniak houdt in dien vorm niet lang in den bodem stand, zooals te Rothamsted aangetoond werd ¹⁾. De nitrificatie is een buitengewoon snel proces, zoodat men er op rekenen kan, dat na eene bemesting met ammoniakzouten, deze binnen enkele dagen in nitraten omgezet zullen zijn, voor zoover de ammoniak niet door de bodem-bestanddeelen vastgelegd is, — aangenomen wordt, dat de omstandigheden voor de nitrificatie gunstig zijn. De bodemstikstof levert in de meeste gevallen te weinig nitraten voor de plant, om het gewas tot volle productie te brengen. Zuivere zandgronden en pas ontgonnen heidegronden bevatten een zeer gering quantum voor nitrificatie geschikte „bodemstikstof”; de stikstofbemesting moet daar hoog zijn, wil men op bevredigende productie rekenen kunnen. Anderzijds zijn er tal van kleigronden in ons land, welke van nature rijk aan nitrificabele bodem-stikstof zijn, zoodat daar de stikstofbemestingen laag genomen kunnen worden, — ja er zijn zelfs kleigronden, die jaar in jaar uit zonder eenige bemesting de beste gewassen leveren.

Bij het gebruik van kunstmeststoffen heeft men de beteekenis er van ingezien, het rendement der aangewende hoeveelheden te leeren kennen. Voor de stikstofmeststoffen is dit uitvoerig geschied, men denke aan de cultuurproeven van WAGNER. Het is begrijpelijk, dat voor de kennis van het rendement van de bodemstikstof dezelfde belangstelling bestaat, vooral op die gronden, die op dat kapitaal geheel of gedeeltelijk teren, hetgeen bij stalbemesting en bij de groene bemesting het geval is ²⁾.

Omdat vastgesteld is, dat de bodemstikstof door bacterie-werking gemobiliseerd wordt, is het geboden, de voorwaarden dier werking te leeren kennen; dit is de taak der bodem-bacteriologie. Het is aannemelijk de maximum werkzaamheid van ammoniak-, nitrieten en nitraatbacteriën afhankelijk van geschikte temperatuur en voldoende zuurstof voor de oxydatie te veronderstellen; de nitrificatie is immers een biologisch proces! Vallen nu de perioden van maximum-

¹⁾ The book of the Rothamsted experiments. A. D. HALL. Chapter XI.

²⁾ Zie ook v. SEELHORST Mitt. D. L. G. 1906 (July) en 1907 (April). BAESLER-KÖSLIN, Mitt. D. L. G. 1906 (Juni) en 1908 (Stück 21).

nitraatvorming en maximum-stikstofopname door de plant samen, en is buiten dat tijdperk de nitraatvorming gering of nihil, dan is de gang van zaken goed geregeld en behoeft de landbouwer niet ongerust te zijn, dat zijn bodem-stikstof-kapitaal gevaar loopt.

Dit nu is niet het geval; de nitrificatie — zoo zullen we het geheele proces der omzetting noemen — valt niet altijd het voordeeligst met de periode der maximum stikstofopname door de planten samen.

Zonder dieper op die bacteriologische processen in te gaan, — dat is niet onze taak — is het noodig even aan hetgeen er van bekend is, te herinneren ¹⁾.

SCHLÖSING en MÜNTZ ²⁾ brachten in 1877, en iets later WARINGTON ³⁾, het bewijs aan, dat de omzetting van de organische stikstofverbindingen en ook de anorganische ammoniakverbindingen in nitraten door bepaalde bacteriën tot stand komt.

De vorming van ammoniak uit organisch stikstofmateriaal kan door verschillende organismen bewerkstelligd worden ⁴⁾. De gevormde ammoniak wordt eerst door nitriet-bacteriën tot nitriet ⁵⁾, en deze verbinding door nitraat-bacteriën tot nitraat ⁶⁾ gevormd.

De nitrificeerende organismen zijn door WINOGRADSKI geïsoleerd. De levensvoorwaarden dezer bacteriën zijn door verschillende onderzoekers uitvoerig onderzocht, waaronder SCHLÖSING ⁷⁾, MÜNTZ ⁸⁾ en WARINGTON ⁹⁾ genoemd kunnen worden.

De nitrificatie der ammoniakstikstof is afhankelijk van de temperatuur. Bij 10° begint ze duidelijk te worden, bij 37° ligt het optimum, terwijl bij 55°, het proces ophoudt.

De nitriet-bacteriën vormen uit de ammoniak vrij salpeterigzuur; om dit te binden, moet het medium, waarin de bacteriën werkzaam zijn, alcalisch reageeren. Een grens van alkaliteit mag niet overschreden worden. De aanwezigheid van ammoniak-verbindingen en organische stoffen heeft op het proces der nitrificatie grooten invloed.

WINOGRADSKY en OMELIANSKY vonden dat de nitraat-bacteriën uiterst gevoelig voor ammoniak-zouten zijn; bij aanwezigheid van eene verdunde zwavelzure-ammoniak-oplossing, welke de concentratie 15:100000 had, werden de nitraat-bacteriën werkeloos.

Practisch moet dus eerst alle ammoniak in nitriet omgezet zijn, vóór dat de nitraat-bacteriën actief worden. De nitriet-bacteriën zijn ge-

1) Zie SJOJLEMA. *Cultura* 1900.

2) *Comptes rendues.* 84, 301.

3) *Transactions.* Chem. Society. 1878, 44.

4) MÜNTZ en CORDON. *Ann. Agron.* 19, 269 en *C. R.* 116, 395.

5) OMELIANSKY met WINOGRADSKY. *Centr. bl. f. Bakt.* II bnd V, 329, 377 en 429.

6) WINOGRADSKY. *Ann. de l'Inst. Past.* 1890, 230.

7) *Comptes rendues.* 77, 203.

8) " " 89, 353 en 1074.

9) *Chem. News.* 39, 224.

voelig voor organische stoffen, gevoeliger dan de nitraat-organismen; de gevoeligheid is afhankelijk van den aard der stoffen. Pepton en asparagine werken de nitrietbacteriën tegen; glucose is voor beide bacteriesoorten verderfelijk. Glycerine, ureum, boterzuur-, azijnzuur- en citroenzuurnatrium zijn schadelijker voor de nitriet- dan voor de nitraat-organismen.

Deze feiten werpen een bijzonder licht op het denitrificatieproces (d. i. de bacterieele ontleding der nitraten tot elementaire stikstof), omdat de vrees voor denitrificatie in den akkergrond daardoor minder gegrond wordt. Immers, voor de denitrificeerende organismen is de aanwezigheid van organische stoffen (vooral van suikerachtig lichamen) eene voorwaarde. Is deze vervuld, dan is *à priori* de nitrificatie reeds geremd, zoodat er geen salpeter gevormd wordt, en waar geen salpeter is, is denitrificatie niet te vreezen.

Anders wordt het, wanneer salpeter en organische stof tegelijkertijd op het land gebracht worden, hetgeen bij het gebruik van „half stalmest — half kunstmest” het geval is. Dat de vrees voor stikstof-verliezen door denitrificatie bij deze bemestingswijze niet gewettigd is, heeft men in Rothamsted ondervonden.

Wanneer men de aanwezigheid van de bacterie-voedingsstoffen vooropstelt, zijn de nitrificatie-voorwaarden in drie punten weer te geven. ¹⁾

- 1°. Aanwezigheid van lucht;
- 2°. geschikte temperatuur;
- 3°. voldoende vochtigheid.

De voedingsstoffen zijn gewoonlijk in voldoende hoeveelheid in den bodem aanwezig; de aanwezigheid voor het quantum lucht hangt van de bodembewerking af, of liever kan er door geregeld worden, en staat in verband met de vochtigheid. Op de vochtigheid kan men niet zoo heel veel invloed oefenen; ze hangt grootendeels van den regenval af, doch wordt door grondbewerking en kunstmatige ontwatering geregeld. Dit laatste heeft op de nitrificatie grooten invloed, zooals uit onze proeven blijken zal.

De intensiteit van de nitrificatie en de beteekenis er van voor den gewasgroei, is na te gaan, wanneer men het quantum gevormde nitraten bepalen kan. Dit onderzoek is zuiver scheikundig, omdat men niet de bacteriewerking zelve, maar hare *gevolgen* bestudeert. Methodisch kan men bij dit onderzoek twee wegen inslaan:

- 1°. door het nitraat in den bodem direct te bepalen;
- 2°. door de hoeveelheid salpeter te bepalen, die met het drainwater van een bepaald bodemvolume afgevoerd wordt.

De eerste weg is een gevaarlijke, omdat het uiterst lastig is, door het nemen van enkele grondmonsters een gemiddelden indruk van den

¹⁾ Zie ook DÉHÉRAIN. Recherches sur les eaux de drainage. Ann. Agron. 1897, 251.

toestand van een geheel stuk land te verkrijgen; immers de nitrifabele materie zal niet homogeen door het land verdeeld zijn. Daarom is het veiliger, datgene als analyse-materiaal te gebruiken, wat „en masse” door een bepaald volume gespoeld is.

Men gaat hierbij uit van het feit, dat de nitraatstikstof *niet* door den bodem vastgehouden wordt¹⁾.

Dat door een systematisch onderzoek in deze richting geleerd wordt, welke beteekenis de „bodemstikstof” voor de cultuur hebben kan, en hoe men er het voordeeligt mede omgaat, hebben de proeven van Rothamsted en van Grignon bewezen.

Men zal hierbij in het oog moeten houden, dat de resultaten van die onderzoekingen niet voor generalisatie vatbaar zijn. De methode van onderzoek zal slechts algemeen aan te wenden zijn, doch moet voor bepaalde gevallen telkens opnieuw toegepast worden.

Reeds zeven jaren vóór de ontdekking van SCHLÖSING en MÜNTZ (1877), werden er te Rothamsted inrichtingen in orde gemaakt om die stikstofverliezen te meten, welke door uitspoeling der nitraten ontstaan. Aangelegd werd een stel „draingauges” of drainage-meters; deze gauges zijn ommuurde blokken grond, welke van een geperforeerd ijzeren bodem voorzien zijn. Het drainwater wordt in zinken trechters opgevangen en in maatcilinders overgebracht; trechter en cylinder zijn in een keldertje geplaatst, welke de gauge ondermijnt. Elke gauge is $\frac{1}{1000}$ acre of 4 M². groot. Er zijn drie gauges van verschillende diepte, n.l. van 50, 100 en 150 c.m. De gauges zijn van af 1870 tot op heden onbebouwd gebleven.²⁾

De ervaring heeft geleerd, dat de dikte van de bodemlaag weinig invloed heeft gehad op het nitraatstikstof-verlies. — Dit laatste is in hooge mate afhankelijk van het quantum verzameld drainwater, en middellijk van den regenval. Zoo was het maximum jaarverlies van de diepste gauge (1,50 M.) 76,25 K.G. per H.A. in 1878—1879, toen er 1026 m.m. regen viel en het kleinste verlies in 1897—1898, toen er 18,75 K.G. nitraat-stikstof verloren ging bij een regenval van 488 m.m.

Fig. 1 is de grafische voorstelling van een gemiddelde der jaarlijksche stikstofverliezen over 26 jaren. Links is de maat uitgezet voor het aantal K.G. nitraatstikstof per H.A., welke door de bovenste puntstreeplijn is voorgesteld. Rechts is de maat voor het aantal mgr. stikstof per L. uitgezet, (bovenste uitgetrokken lijn). De cm's. regen-

¹⁾ Toch gaat bij bemesting de chilisalpeter eene reactie met den grond aan, doordat voor een groot deel het natron met eene andere base — kalk gewoonlijk — uitwisselt, zoodat ten slotte calciumnitraat uitspoelt; altijd wanneer de plant niet tusschenbeide komt.

²⁾ Voor de beschrijving en behandeling der proeven zie:

a. The book of the Rothamsted experiments. A. D. HALL. 1905.

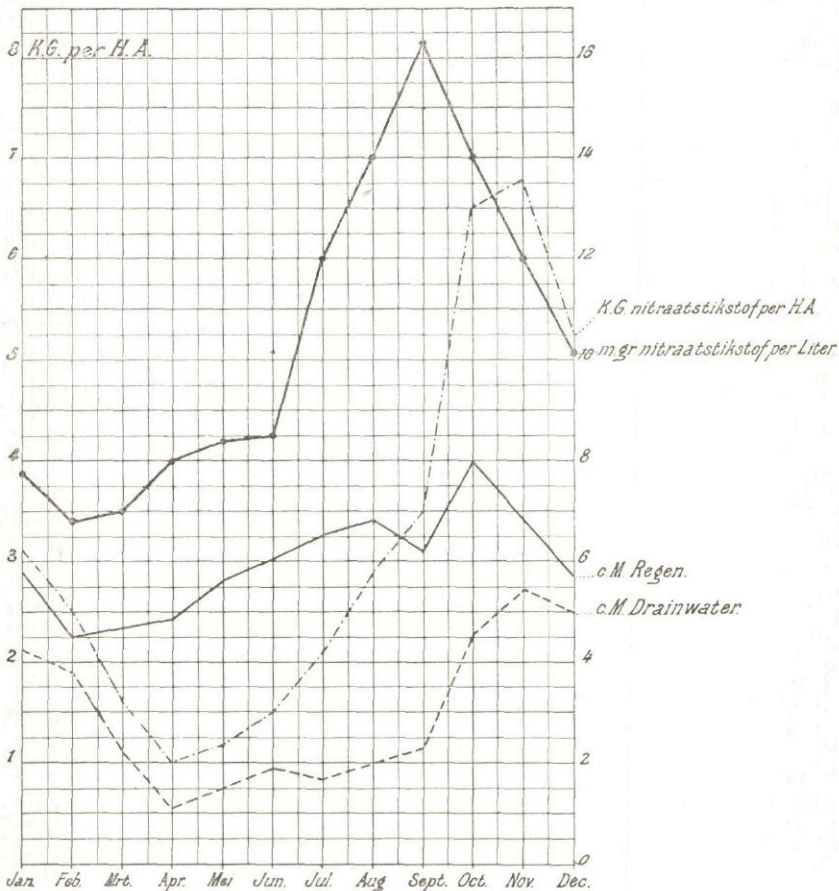
b. Six Lectures on the investigations at the Rothamsted Experiment-Station. R. WARINGTON.

c. The amount and composition of the drainage trough unmanured and uncropped land. N. H. J. MILLER, Journ. of Agr. Sc., I. part. 4.

val en drainwater moeten met de linksche maten gemeten worden.

Het blijkt uit de teekening, dat de gehalten in de verschillende maanden zeer verschillend zijn. In Januari, Februari, Maart, April, Mei en Juni is het gehalte betrekkelijk laag (± 8 mgr. per Liter); het

Figuur 1.



stijgt dan snel en regelmatig tot het maximum in September, 16 mgr. p/L. Omdat het quantum drainwater nog niet het hoogste bedrag bereikt heeft, wordt er in September niet het meest verloren; dit heeft eerst plaats in November. Gemiddeld werd 38 K.G. nitraatstikstof per bundel verloren, hetgeen gelijk staat met 228 K.G. chilisalpeter; een niet onaanzienlijk bedrag, vooral als men bedenkt dat deze hoeveelheid alleen van de „bodemstikstof” afkomstig is; de gauge werd niet gemest. De figuur is karakteristiek voor den Rothamstedschen braakliggenden bodem.

De invloed van de cultuur op de stikstofverliezen door uitspoeling

werd nagegaan bij een aantal bebouwde perceelen, die bovendien verschillend bemest waren. Deze perceelen waren op 75 cm. beneden het maaiveld gedraineerd; het drainwater werd in reservoirs opgevangen, doch de hoeveelheid werd niet gemeten.

Tabel 1 geeft de gemiddelde maand-gehalten van 36 jaren, terwijl de bemesting in die periode telkenjare dezelfde was.

Met ziet, dat evenals bij den onbebouwden grond der gauges, het hoogste gehalte in het late najaar valt. De gehalten van perceel 3 zijn laag; dit perceel werd in 36 jaren niet bemest. Veel hoger zijn de gehalten der bemeste perceelen; het maximum valt in December, een maand vroeger dan bij het onbemeste veldje.

Tabel 1.

	3. Onbemest.	7. Kunstmest + 96,32 K.G. stikstof in den vorm van zwav. amm. in het voorjaar.	9. Kunstmest + 48,16 K.G. stikstof in den vorm van chilisalpeter in het voorjaar.	15. Kunstmest + 96,32 K.G. stikstof in den vorm van zwav. amm. in de herfst.
September	3,9	7,8	10,5	7,8
October	5,—	8,8	12,8	16,9
November	7,—	17,7	14,7	44,—
December	5,9	20,5	17,7	50,3
Januari	14,2	12,7	9,—	23,7
Februari	4,—	8,1	9,2	17,7
Maart	2,6	9,4	12,2	12,9
April	1,7	14,3	30,4	9,6
Mei	0,7	8,4	9,1	6,5
Juni	0,—	8,8	6,8	1,3
Juli	0,5	3,2	8,—	2,5
Augustus	0,9	7,4	4,—	2,7

In Januari en Februari is het gehalte laag, bij de perceelen 7 en 9, die 's voorjaars bemest worden; de gehalten stijgen in Maart en April, tengevolge daarvan. Dat er van de chilisalpeter meer uitspoelt, dan van de zwavelzure ammoniak, blijkt uit het hoogere gehalte van het drainwater van n°. 9 en toch kreeg 9 minder stikstof dan 7. Dit is hieraan toe te schrijven, dat de ammoniak in den grond voor een deel vastgelegd wordt en eerst langzamerhand genitrificeerd wordt. De plant staat deze vorm langer ter beschikking, dan de chili-stikstof, die bij hevigen regenval uit den grond spoelen kan. Omgekeerd zijn er gevallen denkbaar, dat de chili-stikstof zekerder werkt, wanneer b.v. de nitrificatie in den bovengrond tengevolge van droogte niet snel genoeg verloopt. Valt nu de nitrificatie op het ammoniakperceel samen met de maximum stikstofbehoefte van de plant, dan is vooral in natte perioden meer succes van de ammoniak, dan van chilibemesting te verwachten.

Dat de herfstbemesting met zwavelzure ammoniak aanleiding geeft tot groote verliezen, — het is in de praktijk overbekend — is in de gehaltecijfers van perceel 15 duidelijk gedemonstreerd, en dat in de wintermaanden November—Februari, de nitrificatie niet stilstaat, demonstreeren diezelfde cijfers eveneens. Van beteekenis is het op te merken, dat het onbemeste perceel, dat slechts schrale oogsten levert, in de wintermaanden nog salpeterstikstof verliest, in quantiteiten, die niet onaanzienlijk zijn; het gehalte van Januari is niet laag. Toch staan de gehalten belangrijk beneden die van n°. 7. Deze grond is rijker aan bodemstikstof dan de onbemeste, hoewel de bodem van n°. 7 nooit van *organische* stikstof in de bemesting voorzien was. Niettemin is de stikstof, welke in de wintermaanden op perceel 7 uitspoelt, „bodemstikstof”, en het kan niet anders, of deze moet van de afgestorven plantendeelen (wortels, de eigenlijke stoppel, en verdorde bladeren etc.) afkomstig zijn.

De onbebouwde en de onbemeste grond uit de gauges verloor in de laatste 35 jaren, wanneer in aftrek gebracht werd de hoeveelheid stikstof, die met den regen op het land kwam:

De gauge van 50 cM. . . . 1446 KG. per H.A. berekend,

„ „ „ 100 „ . . . 1275 „ „ „ „ „

„ „ „ 150 „ . . . 1394 „ „ „ „ „

hetgeen in die lagen een verlies van 16,3 pct., 8,1 pct. en 6,7 pct. van de totale hoeveelheid bodemstikstof beteekent. De bodemstikstof, die dieper dan 50 cM. onder het oppervlak aanwezig is, wordt blijkbaar niet aangetast. Dit klopt met WARINGTONS ervaring, dat de nitrificeerende organismen slechts in den bouwvoor plegen voor te komen en daar beneden sporadisch aanwezig zijn.

In bebouwd en bemesten grond zal men verliezen van anderen aard mogen verwachten; de cultuur mobiliseert de bodemstikstof door bodembewerking en plantengroei; ook door de bemesting komt, zij het dan ook middelijk, organische stikstof in het land. Daartegenover staan de verliezen, welke door de oogsten ontstaan en soms aanzienlijke hoogte kunnen bereiken. De Rothamstedsche proeven lichten ons hieromtrent niet in, omdat van het drainwater der bebouwde percelen slechts het gehalte bepaald en de hoeveelheid *niet* gemeten werd.

DÉHÉRAIN's proeven te Grignon completeeren de Engelsche op schitterende wijze; een overzicht van die proeven geven we in tabelvorm weer. De stof is te instructief om er niet enkele grepen uit te doen. Voor de discussie der bijzonderheden verwijzen we naar de origineele verhandelingen. ¹⁾

¹⁾ Na een aantal orientatieproeven, is door DÉHÉRAIN het groote onderzoek begonnen, dat wij hier op het oog hebben.

De orientatieproeven zijn beschreven in de Ann. Agr. XVI, 337; XVII, 49; XVIII, 237; en het groote onderzoek in datzelfde tijdschrift XIX, 65; XX, 21, 449; XXI, 193, XXIII, 241.

De proeven werden genomen in vierkant ommuurde perceeltjes, die van een bodem met afvoer voorzien waren. Het drainwater werd in flesschen opgevangen, welke in keldertjes, die onder die perceeltjes gemetseld werden, hun plaats hadden.

Tabel 2.

Cultuurplan v
(Bemesting in K.)

Volnummer der perenten	1892.		1893.		Gewas.
	Gewas.	Bemesting en bewerking.	Gewas.	Bemesting en bewerking.	
1	Onbebouwd.	Geen.	Onbebouwd.	Geen.	Onbebouwd.
2	Raygras.	„	Raygras.	„	Raygras.
3	Suikerbieten.	30 000 K.G. stalmest.	Tarwe.	„	Zaadbieten.
4	„	30 000 „ + 250 K.G. chili.	Tarwe en wikken.	„	„
5	„	625 K.G. chili + 200 K.G. super.	„ „ „	„	„
6	Tarwe.	15 000 K.G. stalmest.	Suikerbieten.	30 000 K.G. stalmest + 100 K.G. chili.	Haver en klaver
7	Wikken (ondergeploegd).	15 000 „ K.G. chili + 200 K.G. chili	„	15 000 K.G. stalmest + 100 K.G. chili.	„ „ „
8	Wikken (ondergeploegd).	200 K.G. super + 500 „ chili.	„	15 000 K.G. stalmest + wikken groen, met de vork onder- gebracht.	„ „ „
9	Aardappelen.	30 000 „ stalmest.	Zaadbieten.	30 000 K.G. stalmest.	Tarwe en wikk
10	„	30 000 „ K.G. chili. + 200 K.G. chili.	„	15 000 „ „	„ „ „
11	„	200 K.G. super + 625 K.G. chili.	„	15 000 „ „	„ „ „
12	Onbebouwd.	30 000 K.G. stalmest.	Onbebouwd.	Alleen gespit.	Onbebouwd.
13	„	30 000 „ K.G. chili. + 250 K.G. chili.	„	Geen.	„
14	„	200 K.G. super + 625 K.G. chili.	„	Met de greep losge- maakt.	„
15	Voedermais.	30 000 „ stalmest.	Haver en klaver.	Geen.	Klaver.
16	Klaver.	Geen.	Wijn.	„	Wijn.
17	Haver, klaver.	„	„	„	„
18	Zaadbieten.	30 000 K.G. stalmest.	Aardappelen.	15 000 K.G. stalmest.	Suikerbieten.
19	„	30 000 „ K.G. chili. + 250 K.G. chili.	„	15 000 „ „	„
20	„	200 K.G. super + 625 K.G. chili.	„	15 000 „ „	„

De perceeltjes zijn evenals de Engelsche gauges 4 M². groot, doch zijn 1,20 M. diep.

Tabel 2 geeft het plan van cultuur en bemesting weer in de jaren 1892 tot 1896.

Chérains-proeven.

er H.A. berekend.)

Bemesting en bewerking.	1895.		1896.		Volgnummer.
	Gewas.	Bemesting en bewerking.	Gewas.	Bemesting en bewerking.	
leen.	Onbebouwd.	Geen.	Onbebouwd.	Geen.	1
50 K.G. chili.	Raygras.	"	Raygras.	"	2
0 000 K.G. stalmest.	Aardappelen.	"	Haver.	"	3
5 000 + 250 K.G. " chili.	"	"	"	"	4
12 K.G. chili. + 200 K.G. super.	"	"	"	"	5
leen.	Klaver.	"	Voedermais.	"	6
"	"	"	"	"	7
"	"	"	"	"	8
"	Suikerbieten.	"	Tarwe en wikken.	"	9
"	"	"	Tarwe.	"	10
"	"	"	Tarwe en wikken.	"	11
Met de greep los.	Onbebouwd.	Met de greep los.	Onbebouwd.	Met de greep los.	12
leen.	"	Geen.	"	Geen.	13
espit.	"	Gespit.	"	Gespit en gerold.	14
leen.	Haver.	Geen.	Aardappelen.	Geen.	15
"	Wijn.	"	Wijn.	"	16
"	"	"	"	"	17
0 000 K.G. stalmest.	Tarwe.	"	Suikerbieten.	"	18
0 000 + 250 K.G. " chili.	"	"	"	"	19
0 K.G. super. + 625 K.G. chili.	"	"	"	"	20

Een blik op die tabel doet zien, hoe breed het plan door den begaafden Franschen onderzoeker opgevat is.

Tabel 3 geeft de stikstofhuishouding van het cultuurjaar 1892—1893 weer

Tabel 3.

Maart 1892—Maart 1893. — 595,9 mm. regen.

(K.G. per HA. berekend.)

Volgnummer.	Stikstof in den mest.	Stikstof in het drainwater.	Stikstof in den oogst.	Stikstof aan het land onttrokken.	Stikstof verlies — winst +.
1	—	221,4	—	221,4	— 221,4
2	—	30,1	77,5	107,6	— 107,6
3	150,—	19,4	61,2	80,6	+ 69,4
4	187,5	17,6	61,2	78,8	+ 108,7
5	93,75	40,8	61,2	102,6	— 8,52
6	75,—	103,2	51,—	154,2	— 79,2
7	105,—	58,5	54,9	113,4	— 8,4
8	75,—	72,2	58,4	130,6	— 55,6
9	150,—	51,1	120,—	171,1	— 21,1
10	187,5	51,2	116,8	167,2	+ 20,3
11	93,75	76,4	116,—	192,4	— 98,7
12	150,—	193,1	—	193,1	— 43,1
13	187,5	242,1	—	242,1	— 54,6
14	93,75	245,2	—	245,2	— 151,5
15	150,—	39,1	190,—	229,1	— 79,1
16	—	67,1	54,9	112,—	— 112,—
17	—	66,6	56,—	112,6	— 122,6
18	150,—	88,1	32,—	120,1	+ 29,9
19	187,5	98,1	38,6	136,7	+ 50,8
20	93,75	119,6	49,1	168,7	— 75,—

Met een oogopslag ziet men hoe verschillend de stikstof-verliezen der diverse perceeltjes uitgevallen zijn. — De braak-vakjes 1, 12, 13, 14 verliezen buitengewoon veel nitraat-stikstof.

De 221,4 K.G. van n^o. 1 zijn geheel afkomstig van het bodemstikstof-kapitaal en komen overeen met een quantiteit, die het drievoudige bedraagt, welke een behoorlijken korenoogst aan het land onttrekt; het drain-verlies staat gelijk met ruim 1300 K.G. chilisalpeter, een quantum, dat zelfs het hoogste verlies te Rothamsted drievoudig overtreft.

Uit de kolom, waarin het eindcijfer der verliezen genoteerd is blijkt, dat deze cijfers sterk uiteenloopen. Bij de meeste perceeltjes is verlies vastgesteld, bij enkele winst, n.l. 3, 4, 18 en 19, die suiker

en zaadbieten droegen. Duidelijk blijkt, dat de plantenbedekking grooten invloed op het stikstofverlies in het drainwater heeft; eensdeels moet dit aan het stikstofverbruik door de plant zelve toegeschreven worden, anderdeels aan het feit, dat de plant veel water verdampt, zoodat slechts weinig drainwater opgevangen wordt. Het eerste geval is door het hooge stikstof-gehalte van den aardappeloogst op 9, 10 en 11 en den haver oogst op 2 gedemonstreerd; het tweede geval door de suikerbieten op n^o. 3, 4, 18 en 19. Dat de temperatuur en zonneschijn, de groeifactoren in het algemeen, een groote rol spelen, spreekt van zelf. In droge jaren zullen de stikstof-verliezen veel geringer zijn.

In het cultuurjaar 1893—1894, dat droger is dan het vorige, doch zich vooral kenmerkt door eene andere regenverdeeling, blijkt dit ten duidelijkste. De alarmeerende groote verliezen der braakperceeltjes zijn tot ver beneden de helft gedaald. (Zie tabel 4). Niettemin blijft een verlies van 79,2 K.G. nitraatstikstof per bunder (n^o. 1) of \pm 500 K.G. chilisalpeter respectabel.

Tabel 4.

Maart 1893—Maart 1894. — 490,7 mm. regen.

(K.G. per H.A. berekend.)

Volgnummer.	Stikstof in den mest.	Stikstof in het drainwater.	Stikstof in den oogst.	Stikstof aan het land onttrokken.	Stikstof verlies — winst +.
1	—	79,2	—	79,2	— 79,2
2	—	36,9	58,—	94,8	— 94,8
3	—	44,5	43,8	88,3	— 88,3
4	—	58,1	42,5	100,6	— 100,6
5	—	46,6	46,5	93,1	— 93,1
6	165,—	32,1	30,4	62,5	+ 102,5
7	90,—	19,9	42,—	61,9	+ 28,1
8	75,—	17,2	42,—	59,2	+ 15,8
9	150,—	32,5	27,2	59,7	+ 90,3
10	75,—	33,9	25,—	58,9	+ 16,1
11	75,—	28,9	27,—	55,9	+ 19,1
12	—	110,8	—	110,8	— 110,8
13	—	90,—	—	90,—	— 90,—
14	—	127,5	—	127,5	— 127,5
15	—	22,9	50,—	72,9	— 72,9
16	—	75,6	—	75,6	— 75,6
17	—	79,9	—	79,9	— 79,9
18	75,—	27,4	96,—	123,3	— 48,4
19	75,—	33,1	92,8	125,9	— 59,2
20	75,—	31,2	88,—	119,2	— 54,2

De onbebouwde nummers 12, 13 en 14, die door de bemesting van 1892 nog veel nitrificabele massa bevatten, geven meer stikstof in het drainwater, dan de bebouwde nos, doch voor een deel moet dit aan het verschil in bewerking toegeschreven worden: 12 werd omgespit en 14 met de greep losgemaakt. Deze bewerking verhoogt de nitrificatie zeer, zooals later blijkt.

Het cultuurjaar 1894—1895 is een droog jaar; hoewel droger dan het vorige, is de regenverdeeling veel gunstiger. Dat de onbebouwde perceeltjes veel meer drainwater geven dan de bebouwden, blijkt uit *tabel 5*; dienovereenkomstig zijn daar de nitraatverliezen ook grooter. In de tabel is duidelijk het verschijnsel in cijfers gebracht, dat in droge jaren de stikstofverliezen, zelfs in gronden, die veel te verliezen hebben, niet groot behoeven te zijn, *mits ze bebouwd worden*. Intusschen is een verlies op braak land van 70 K.G., of bijna $4\frac{1}{2}$ baal chili, niet gering.

Tabel 5.

Maart 1894—Maart 1895.

(K.G. per H.A. berekend.)

419,8 mm. regen.

Tabel 6.

Maart 1895—Maart 1896.

(K.G. per H.A. berekend.)

Volnummer.	Drainwater in mm.	Stikstof in het drainwater.
1	70,7	67,2
2	9,5	0,95
3	0,5	0,26
4	3,5	0,53
5	5,25	0,74
6	5,—	0,30
7	1,75	0,11
8	4,—	0,64
9	—	—
10	1,5	0,11
11	2,25	0,14
12	66,—	78,5
13	81,7	70,26
14	85,—	90,1
15	2,—	0,02
16	31,5	13,2
17	36,—	13,6
18	1,25	—
19	1,—	0,2
20	5 25	0,32

Volnummer.	Drainwater in mm.	Stikstof in het drainwater.
1	76,7	83,2
2	—	—
3	—	—
4	—	—
5	—	—
6	—	—
7	—	—
8	—	—
9	—	—
10	—	—
11	—	—
12	98,7	118,4
13	87,5	98,96
14	111,95	139,31
15	—	—
16	0,42	1,32
17	0,42	1,07
18	—	—
19	—	—
20	—	—

Alleen den 9 Mei, 31 Dec. en 10 Maart
geven nos. 1, 12, 13 en 14 water; 16 en 17
geven alleen den 10 Maart water.

Dit jaar is weder de invloed der grondbewerking op 12 en 14 duidelijk; ze verliezen meer stikstof dan de nos. 1 en 13. Dat de perceeltjes 16 en 17 zooveel verliezen, is toe te schrijven aan het feit, dat de jonge wijnplanten nog betrekkelijk weinig nitraat opnemen, en ook weinig water verdampen.

Het daaropvolgende cultuurjaar 1895—1896 is zoo buitengemeen droog geweest, dat slechts de braakperceeltjes water geven en dus ook stikstof verliezen.

De invloed van de bodembewerking op 12 en 14 is zeer duidelijk, wanneer men met 1 en 13 vergelijkt (*Tabel 6*); door de bodembewerking ging gemiddeld 30 K.G. verloren, een quantum, dat met \pm 200 K.G. chilisalpeter overeenkomt.

Het drainwater werd in drie malen opgevangen, nl. den 9den Mei, den 31sten Dec. (1895) en den 10den Maart 1896.

Het cultuurjaar 1896—1897 is door groote vochtigheid gekenmerkt. Dan geven zelfs de bebouwde perceeltjes volop drainwater; echter zijn de stikstofverliezen van deze laatste veel geringer (*Tabel 7*) dan van de onbebouwde. De braakperceeltjes verliezen veel nitraat-stikstof, \pm 200 K.G., gelijk staande met bijna 1300 K.G. chilisalpeter. Merkwaardig gering zijn de stikstofverliezen op n^o. 2, met raygras bezet; het gras heeft praktisch alle stikstof opgenomen; toch is er veel water afgevoerd. Evenzoo is het met de suikerbieten op 18, 19 en 20.

Tabel 7.

Maart 1896—Maart 1897.
(K.G. per H.A. berekend).

Volgnummer.	Drainwater in m.m.	Stikstof in het drainwater.	Volgnummer.	Drainwater in m.m.	Stikstof in het drainwater.
1	28,2	209,1	11	174,—	7,88
2	198,—	2,55	12	293,—	220,15
3	185,—	8,25	13	283,—	176,9
4	201,—	14,2	14	285,—	205,18
5	204,—	26,—	15	148,—	27,68
6	176,—	24,20	16	189,—	40,78
7	169,—	16,45	17	188,—	84,—
8	167,—	28,65	18	182,—	2,65
9	168,—	14,40	19	182,—	0,30
10	190,—	33,25	20	194,—	0,53

Het spreekt van zelf, dat er van DÉHÉRAIN'S proeven veel meer te vertellen is, de vruchtwisseling, de verbouw van wikken, de bemesting, de opbrengst etc., hebben grooten invloed op de stikstofhuishouding.

Een en ander blijkt reeds uit de hier weergegeven tabellen; voor bijzonderheden moeten we naar de orgineelen verwijzen.

Twee punten kunnen nog in het kort gereleveerd worden:

1°. De invloed van een wintergewas (vooral wintertarwe) is karakteristiek voordeelig, omdat een niet onbelangrijk quantum stikstof door de plant opgenomen wordt en daardoor voor uitspoeling behoed blijft.

Groen laten van het land, ook des winters, voorkomt drainstikstofverliezen.

2°. Op bebouwd grond verloopt de nitrificatie minder vlot, dan op onbebouwd. Eenig inzicht geeft hierin *tabel 7*; de aardappel-perceeltjes 3, 4 en 5 verliezen minder stikstof in het drainwater en den oogst samen, dan b.v. de onbebouwde grond (N°. 1) alleen in het drainwater verliest, — 90 tegen 200 K.G. DÉHÉRAIN vond de oorzaak hierin gelegen, dat de onbebouwde grond gelijkmatiger vochtig blijft dan de gecultiveerde, waar de planten, in de periode van weinig of geen regenval, den bodem als het ware uitdrogen. De herhaalde schommelingen in het vochtgehalte bij bebouwd grond zijn voor het nitrificatie-proces een groote belemmering.

Evenals te Rothamsted vindt DÉHÉRAIN de hoogste nitraat-gehalten in het najaar.

In de 5 proefjaren verloor perceel I 660 K.G. stikstof, gelijkstaande met eene hoeveelheid, die in ± 4000 K.G. chilisalpeter aanwezig is.

De grond te Grignon bevat 0,205 pct. stikstof; d. i. per H.A., op een laag van 50 c.M. berekend, 10 250 K.G. In de proefjaren ging 6,4 pct. van die hoeveelheid door uitspoeling op braakland verloren; dat is een weinig minder dan de helft van quantum, dat te Rothamsted in 36 jaren verloren ging; de cijfers zijn sprekend.

Heeft men het in sommige gevallen in de hand, door verstandige vruchtwisseling en cultuur, de verliezen zoo gering mogelijk te maken, d.w.z. zoo intensief mogelijk van het stikstofkapitaal te profiteren, het feit echter, dat uit een onbebouwd grond 200 K.G. stikstof verloren *kan* gaan, is verbazingwekkend en spoort tot onderzoek op eigen bodem aan. Temeer, daar in vochtige jaren, ook zelfs op bebouwd grond, stikstofroofbouw (zie *tabel 3*) gedreven wordt.

SJOLLEMA heeft enkele Nederlandsche grondsoorten onderzocht. Hij vulde daartoe zinken cylindrs met de te onderzoeken grondsoort en groef deze in den grond in; het drainwater werd opgevangen, gemeten en geanalyseerd. De cylindrs werden onbebouwd gelaten. Onderzocht werden:

1°. Een oude eschgrond van Wijster, een onvruchtbare grond.

2°. Een gewone veenkoloniale grond.

3°. Een zandgrond van den Hondsrug te Midlaren, die als van goede kwaliteit bekend staat.

4°. Een zavelige kleigrond van Middelstum afkomstig.

Van November 1899 tot November 1900 ging in het drainwater aan stikstof verloren, per hectare berekend:

1.	2.	3.
214 K.G.	8 K.G.	115 K.G.

De gronden waren bemest geweest met thomasmeel, kaïniet en zwavelzure ammoniak, met per H.A. berekend, 40 K.G. stikstof.

Wanneer men behalve deze 40 K.G. nog 4,6 K.G. stikstof, die het regenwater aanvoerde, in vermindering brengt, verloor het bodemstikstofkapitaal:

1.	2.	3.
169 K.G.	<i>Nitrificeert niet.</i>	70 K.G.

Door een extra kalkbemesting, 800 K.G. per H.A., kon het nitrificatiecijfer alleen bij den zandgrond van Midlaren verhoogd worden; het steeg tot 135 K.G.

De zavelcylinder werd ongelukkiger wijze lek, tijdens de proefname, zoodat de uitkomsten niet zuiver zijn. Naar schatting kan er 60 K.G. stikstof in het drainwater afgevoerd zijn.

Ook uit SJOLLEMA's proeven blijkt, dat de stikstofverliezen in onbebouwd land bizonder groot kunnen worden.

Er valt naar aanleiding van deze proeven iets bijzonders op te merken. Oppervlakkig geoordeeld zou men die gronden, welke veel nitrificabele stikstofverbindingen bevatten, vruchtbaarder achten, dan die, welke weinig nitraten in het drainwater afstaan. SJOLLEMA's proeven bewijzen voor zijn geval het tegendeel; immers de onvruchtbare eschgrond uit Wijster levert meer stikstof in het drainwater, dan de stellig veel vruchtbaardere kleigrond.

Wel beschouwd behoeft dit resultaat niet te verrassen; immers de vruchtbaarheid hangt niet alleen van den stikstofrijktom af. Toch bezitten de cijfers bewijskracht voor de stelling, dat niet alleen op vruchtbare gronden, doch ook op onvruchtbare gronden de stikstofverliezen een ongewenschte hoogte bereiken kunnen.

Dat grond n°. 2, de veenkoloniale, *niet* nitrificeerde, meent SJOLLEMA, blijkens een particulier schrijven te mogen toeschrijven aan het feit, dat deze „nieuwe” grond in een zinken cylinder ingevuld was, en dat het in oplossing gaan van een weinig zink, door de zure reactie van het veen, de nitrificatie verhinderd heeft. Inderdaad valt er voor deze mogelijkheid iets te pleiten, omdat de schadelijke invloed van zink op de cultuur bij proeven met veengrond, door verschillende onderzoekers vastgesteld werd. (v. FEELITZEN c. s.) ¹⁾

¹⁾ Terwijl er bovendien verschijnselen zijn, die er op wijzen, dat op nieuwe dalgronden, de bodemstikstof eenige beteekenis — zij 't ook eene geringe — voor de cultuur heeft.

HOOFDSTUK II.

Het proefveld te Uithuizermeeden.*De hydrologische toestand.*

Dank zij den krachtigen finantieelen steun van het „Fonds van den Landbouw”, van de Noorderafdeeling van de Groninger maatschappij van Landbouw en het Rijk, werd voor de gezamenlijke kosten van f 1022,83, in den voorzomer van 1900 het proefveld aangelegd. De exploitatie- en de onderzoekskosten kwamen ten laste van het Rijk.

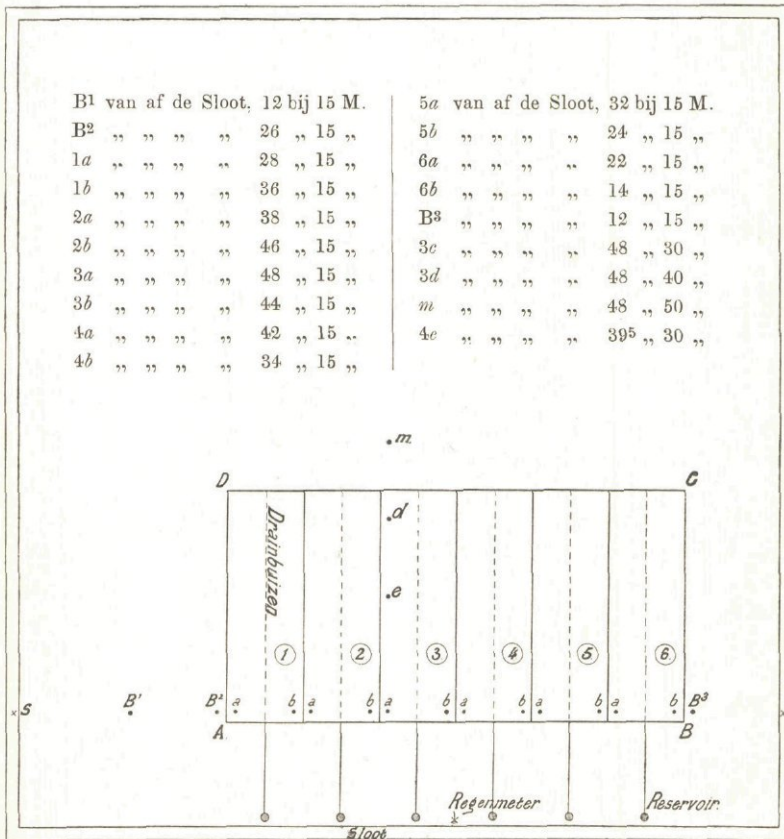
Het proefveld ligt op de boerderij van den heer H. WELT te Uithuizermeeden op een ouden zavelgrond van vrij goede kwaliteit.

De geschiedenis vermeldt niets van den oorsprong van Uithuizermeeden. Plaatselijke toestanden, zooals de terpenrij rondom den ouden Fivelboezem van weleer, geven echter met vrij groote waarschijnlijkheid het vermoeden aan, dat Uithuizermeeden vroeger de verbinding moet hebben gevormd van den Fivelboezem met de zee. Daar het onderzoek van de terpen in de laatste jaren aan het licht heeft gebracht, dat in den voet daarvan begraaftplaatsen worden aangetroffen, benevens voorwerpen, die herinneren aan den tijd der Romeinen, staat het vast, dat Uithuizen, en later nog Uithuizermeeden, na de 3e of 4e eeuw na Christus moeten zijn ontstaan, anders ware geprofitteerd van de door de zee opgeworpen hoogte, schoorwal, (waarop later het dorp Uithuizen verrees), tot opwerping van een terp. Dit geschiedde echter te Oldorp, 15 minuten ten Z. W. van Uithuizen. Aan de kerk en toren te Uithuizermeeden, slechts 5 minuten van het proefveld verwijderd, bevindt zich wel is waar tufsteen, doch deze steen is blijkbaar door ombouw van oorspronkelijk heidensche tempels tot Christelijke kerken, daarin verwerkt. Oldenzijl, 20 minuten ten Zuiden van Uithuizermeeden, bezit geen tufsteen meer aan zijn kerk. Omstreeks 1100 na Christus was Westeremden nog een zeehavenplaats tegenover Emden in Oost-Friesland, die dat thans nog is. Het Rijpsterlicht (Zeerijs) diende de schippers tot baken. Bekend is verder nog, dat in het jaar 1717 het oude kerkhof van Uithuizermeeden het vluchtoord was voor mensch en dier uit den omtrek, om zich tegen de woedende golven te beschermen. Omstreeks 1300 na Christus moet zich tusschen de Uithuizers en Uithuizermeedsters een ernstig geschil hebben voorgedaan en formeel oorlog zijn gevoerd over het bezit der buitengronden. De Dingenweg moet daaraan nog zijn naam ontleenen. Het verrijzen van dezen bodem boven den zeespiegel moet dus waarschijnlijk worden gezocht in de 11de of 12de eeuw.

Fig. 2. geeft den plattegrond weer van het proefveld, dat op een vierkanten akker van 1,10 H.A. oppervlak aangelegd is; deze akker, aan vier zijden door sloten omgeven, is effen en ligt $\pm 1,80$ M. boven

het slootpeil. Naast elkaar werden 6 veldjes, elk van 3 Are uitgezet; ze zijn onderling en van de omgeving gescheiden door houten schotten, welke 65 c.M. beneden het maaiveld ¹⁾ ingelaten zijn en tot op 160 M. beneden dat oppervlak reiken. Eene horizontale waterbeweging tusschen de perceelen onderling boven de houten schotten is op grond van ervaringen te Rothamsted, *niet* te vreezen.

Figuur 2.



Midden door elk perceel loopt in de lengterichting een drain-leiding van gewone roode aarden buizen, op een diepte van 125 c.M. achter en 130 c.M. vóór aan het proefveld; het verhang op 30 M. is dus 5 c.M. De aarden drainreeks loopt vóór aan het perceel uit in een gegalvaniseerd ijzeren buis, welke 11 à 12 M. lang is en uitmondt in een cementen reservoir, dat leeggepompt kan worden.

¹⁾ Tot 1904 stonden deze schotten 30 c.M. beneden het maaiveld, later werden ze 30 c.M. lager aangebracht.

Dat de perceelen zoover van de sloot aangelegd zijn, is om de volgende redenen geschiedt:

- 1°. om een directe afwatering naar de sloot te voorkomen. De ijzeren buis verhoedt het indringen van het grondwater van de strook, die tusschen het proefveld en de sloot gelegen is;
- 2°. om een wendakker buiten de proefperceeltjes te houden.

Bij den aanleg was aangenomen, dat elk perceel de hoeveelheid water zou afvoeren, die op 3 aren viel, en dat er op den „drainzool”, die op 1,30 M. ÷ maaiveld ligt, geen horizontale waterbeweging zoude plaats hebben.

Deze onderstelling steunde op de ervaring te Rothamsted, dat bij de gedraineerde perceelen, die verschillend bemest werden, ¹⁾ nooit vermenging van het drainwater van twee aaneengrenzende veldjes plaats greep, ook al werden die veldjes b.v. met en zonder chilisalpeter bemest. De Rothamstedsche perceeltjes zijn niet door een houten wand van elkaar gescheiden.

Dat aan die verwachting niet beantwoord is, zal straks blijken.

Absolute zekerheid, dat al het drainwater der perceelen in de reservoirs terecht zoude komen, had men kunnen verkrijgen door een bodem, op het niveau van de drainzool, en vaste wanden (van cement b.v.) aan te brengen. Wegens de hooge kosten van een dergelijken aanleg kon hieraan niet gedacht worden.

Dat de drainzool ± 50 cM. hooger ligt dan het slootpeil vindt z'n oorzaak deels in de aanname, dat het winterslootpeil doorgaans hooger is dan 't zomerpeil van 1,80 M. ÷ maaiveld, en deels in het feit, dat een drainbuizenreeks moeilijk op grootere diepte nauwkeurig gelegd kan worden. Weliswaar werd daardoor verondersteld, dat niet *alle* zakkend hemelwater door de buizen afgevoerd zou worden, doch dat een deel *langs* de buizen gaat in de tijden, dat het grondwater beneden drainpeil zoude staan; maar daar voor alle perceelen dan dezelfde fout gemaakt zou zijn, hadden de uitkomsten een groote vergelijkende waarde.

Ook in deze verwachting zijn we grootendeels teleurgesteld, omdat zich, op onverwachte wijze afwijkingen in de watercirculatie voordeden. Ook daarover straks uitvoeriger.

Een regenmeter is op het proefveld geplaatst, zoodat de quantiteit hemelwater en ook de samenstelling er van — het water wordt bewaard — nagegaan kan worden.

Van de samenstelling van den grond het volgende: Op vier plaatsen van het proefveld werd een monster grond genomen tot op 1 M. diepte, in 4 lagen verdeeld, n.l. de eerste, de tweede, de derde en de vierde 25 cM. Van de kruislings tegenover elkaar liggende

¹⁾ Tabel 1 heeft op die veldjes betrekking.

plaatsen werden de overeenkomstige monsters gemengd, zoodat ten slotte 8 monsters verkregen werden, die aan eene analyse onderworpen werden. In tabel 8 zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 8.

Analyse van den grond.

(Gem. uit twee bepalingen berekend op den luchtdrogen grond.)

	Eerste 25 cM. pCt.		Tweede 25 cM. pCt.		Derde 25 cM. pCt.		Vierde 25 cM. pCt.	
	a.	b.	a.	b.	a.	b.	a.	b.
Stikstof (totaal)	0,132	0,134	0,082	0,101	0,035	0,060	0,024	0,042
Ca O (in 5 pCt. H Cl) . . .	0,43	0,75	0,56	0,47	2,70	2,—	4,66	4,65
Ca C O ₃	0,53	0,43	0,30	0,11	3,46	2,47	6,52	6,—
Ca O, uit silicaat afkomstig, berekend	0,13	0,51	0,39	0,41	0,76	0,62	1,01	1,29
K ₂ O (citroenzuur 1 pCt.) . .	0,021	0,026	0,019	0,021	0,022	0,022	0,020	0,021
K ₂ O (in H Cl 5 pCt.) . . .	0,18	0,18	0,16	0,21	0,16	0,19	0,14	0,17
K ₂ O (totaal)	1,39	1,38	1,22	1,34	1,44	1,53	1,33	1,37
Fe ₂ O ₃ (H Cl 38 pCt.) . . .	1,67	1,56	1,78	2,00	2,51	2,35	2,51	2,50
Fe ₂ O ₃ . Al ₂ O ₃ (totaal) . .	5,22	5,44	5,80	5,62	5,52	5,64	5,92	6,24
Si O ₂ (totaal)	83,44	82,20	80,70	82,20	81,70	79,90	77,10	76,54
P ₂ O ₅ (citroenzuur 1 pCt.) . .	0,079	0,089	0,052	0,051	0,052	0,045	0,040	0,053
P ₂ O ₅ (sterk salpeterzuur) . .	0,098	0,098	0,070	0,074	0,092	0,056	0,057	0,063
Salpeterstikstof per K.G.grond in mgr. aangegeven . . .	1,03	3,01	2,4	2,6	2,5	2,1	2,6	2,4

Het stikstofgehalte wordt in de diepere lagen geringer; in de vierde steek bedraagt het ongeveer $\frac{1}{4}$ van het quantum, dat in de bouwvoor aanwezig is. Het verschil in kalkgehalte der vier lagen is bijzonder sprekend. De eerste twee lagen — 50 cM. grond — zijn beslist kalkarm. Hetgeen in 5 pCt.-ig zoutzuur oplost, is weinig (gem. 0,55 pCt.), dienovereenkomstig is het gehalte aan Ca CO₃ laag, (gem. 0,34 pCt.); doch plotseling, als met een sprong, krijgen in den ondergrond die gehalten beteekenis.

In zoutzuur van 5 pCt. is in de derde laag $\pm 2,5$ pCt. kalk oplosbaar en bedraagt het gehalte aan koolzure kalk ± 3 pCt. In de vierde laag is de grond nog rijker aan die bestanddeelen, resp $\pm 4,7$ en $\pm 6,3$ pCt, dat is het dubbele van de derde laag. Deze groote verschillen worden in de meeste oude poldergronden aangetroffen en kunnen uit onze analyses ¹⁾ volkomen verklaard worden. We komen daarop dus terug.

Opmerkelijk gelijk is het kaligehalte in alle 4 lagen, zoowel van 't

¹⁾ Hoofdstuk V.

kali, dat in citroenzuur (van 1 pCt.), zoutzuur (van 5 pCt.) oplosbaar is, als de totaal aanwezige hoeveelheid.

Naar beneden toe neemt het ijzergehalte toe (oplosbaar in zoutzuur van 38 pCt.),

in de eerste laag gem. 1,62 pCt.

„ „ tweede „ „ 1,89 „

„ „ derde „ „ 2,44 „

„ „ vierde „ „ 2,5 „

Een dergelijke stijging wordt ook waargenomen in het totaal gehalte van ijzer en aluminium-oxyde bij elkaar gerekend,

in de eerste laag gem. 5,33 pCt.

„ „ tweede „ „ 5,71 „

„ „ derde „ „ 5,58 „

„ „ vierde „ „ 6,08 „

Het totaal kiezelzuurgehalte is in den bovengrond hooger dan in den ondergrond,

gem. 1ste 50 cM. 82,14 pCt.

„ 4de laag 76,83 „

Het phosphorzuurgehalte neemt met de diepte af; de bouwvoor is rijker daaraan, dan de ondergrond,

1ste laag gem. 0,098 pCt.

2de „ „ 0,072 „

3de „ „ 0,074 „

4de „ „ 0,060 „

Eene verklaring hiervoor werd in de analyses der gewassen en meststoffen gevonden.

De Uithuizermeedensche cultuurmethode verrijkt den bodem aan phosphorzuur ¹⁾.

In het percentage kalk, dat in 5 pCt-ig zoutzuur oplosbaar is, is de geheele hoeveelheid kalk begrepen, die aan koolzuur gebonden, in de koolzure kalk voorkomt; berekent men dit quantum en trekt het van het eerste percentage af, dan krijgt men (voor zoover de grond geen andere oplosbare Ca-zouten bevat) het percent Ca O, dat uit de silicaten door het zoutzuur van 5 pCt. opgelost werd. Deze cijfers zijn in de tabel ingevuld; men ziet er uit, hoe de ondergrond meer in zoutzuur oplosbare kalksilicaten bevat dan de bovengrond:

Ca O aan silicaten gebonden in de eerste laag gem. 0,321 pCt.

„ „ „ „ „ „ tweede „ „ 0,400 „

„ „ „ „ „ „ derde „ „ 0,689 „

„ „ „ „ „ „ vierde „ „ 1,150 „

Ook hierover zal later gesproken worden ²⁾.

Dat de ondergrond armer aan Si O₂ is, kan misschien toegeschreven

¹⁾ Hoofdstuk VI.

²⁾ Hoofdstuk V.

worden aan het hooger gehalte van kalk en ijzer daarin; eene berekening daarover valt als volgt uit:

Ca CO_3 in de eerste en tweede laag gem. 0,34 pCt.; in de 4de laag gem. 6,26 pCt.

Ca O silicaten in de eerste en tweede laag gem. 0,36 pCt.; in de 4de laag gem. 1,15 pCt.

$\text{F}_2 \text{ O}_3 \cdot \text{Al}_2 \text{ O}_3$ in de eerste en tweede laag gem. 5,52 pCt.; in de 4de laag gem. 6,08 pCt.

In de 4de laag meer 5,92 pCt. Ca CO_3 .

„ „ „ „ „ 0,79 „ Ca O aan silicaten gebonden.

„ „ „ „ „ 0,56 „ ijzer en aluminium-oxyde.

Totaal . . 7,27 pCt.

Het verschil tusschen het gemiddelde kiezelzuurgehalte van de 1ste en 2de laag met de 4de laag is:

$$82,14 \text{ pCt.} - 76,83 \text{ pCt.} = 5,31 \text{ pCt.}$$

Vermelding behoeft verder, dat we in de vierde laag 6,7 pCt. natron en in de eerste 4,7 pCt. aantreffen ¹⁾. De hygroscopiciteit der lagen is niet bepaald. Dat de analyse-cijfers geen exacte doch slechts orienteerende waarde hebben is op te maken uit het feit, dat de *a*- en *b*-analysen, die betrekking hebben op dezelfde laag, soms nog al uitéénloopen.

Tot zoover de bespreking over de samenstelling van den grond.

In de tabellen I tot en met IX zijn de drainwatermetingen en de analyses er van, op nitraat-stikstof, gedurende de proefperiode weergegeven. Volledigheidshalve zijn ze in extenso afgedrukt; aan de hand van kleiner tabelletjes en overzichtjes in den text, zullen we het materiaal bespreken. De gehalte-cijfers zullen in het volgend hoofdstuk behandeld worden.

In tabel 9 zijn de hoeveelheden drainwater in Liters opgeteekend, die van elk perceel in de jaren 1901—1910 opgevangen werden.

Uit het gemiddelde van deze 10 waarnemingen per perceel blijkt, dat de in de reservoirs verzamelde hoeveelheden zeer ongelijk zijn. N^o. 6 levert het kleinste aantal liters, daarop volgen 3 en 1, vervolgens 5, 2 en 4, dat $\pm 12\,000$ Liters meer afstond dan 6.

¹⁾ De analyses werden *niet* in duplo verricht, daarom werden ze in de tabel niet weergegeven.

Tabel 9.

Hoeveelheden drainwater in liters.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1901—1902 . . .	58 462	55 711	47 762	72 495	55 416	45 249
1902—1903 . . .	12 538	12 556	11 224	16 241	14 052	11 338
1903 (zomer). . .	8 377	9 416	7 416	11 329	9 987	7 321
1903—1904 . . .	65 667	71 199	66 228	79 063	70 613	59 794
1904—1905 . . .	21 049	20 925	18 458	24 793	21 135	14 374
1905—1906 . . .	54 457	59 120	54 988	63 452	61 446	49 829
1906—1907 . . .	25 752	30 463	25 143	32 415	29 702	22 973
1907—1908 . . .	43 022	46 496	41 440	46 182	41 221	36 271
1908—1909 . . .	16 372	18 233	16 821	18 973	17 154	14 689
1909—1910 . . .	155 462	167 856	164 461	162 482	170 550	147 845
Gemiddeld . . .	48 697	52 018	48 092	55 910	51 902	43 725

Wanneer men 1 en 6 buiten beschouwing laat en van de som der litercijfers van 3 en 4 het gemiddelde neemt en dit voor beide invult, krijgt men de volgende getallen:

2.	3.	4.	5	
52018	52001	52001	51902	Liters

Bij deze berekening is verondersteld, dat een gedeelte van het water van perceel 3 door de buis van 4 afgevoerd zoude zijn.

Het resultaat der berekening is oogenscheinlijk volkomen bevredigend, omdat de som van het liter-quantum van 3 en 4 gelijk is aan die van 2 en 5. Van 1 en 6 kan dan een zijdelingsche afvoer verondersteld worden, omdat ze de randperceelen zijn. Maar, al mag ook de berekening met de suppositie omtrent den afvoer van 3 en 4 kloppen over het gemiddelde van 10 jaren, bij de jaarmetingen onderling is dit niet altijd het geval, zooals uit tabel 10 blijkt.

Aantal liters drainwater; (voor 3 en 4 het gemiddelde berekend.)

Tabel 10.

	2.	3.	4.	5.
1901—1902	55 711	60 129	60 129	55 416
1902—1903	12 556	13 733	13 733	14 052
1903 (zomer)	9 416	9 373	9 373	9 987
1903—1904	71 199	72 645	72 645	70 613
1904—1905	20 925	26 126	26 126	21 135
1905—1906	59 120	59 220	59 220	61 446
1906—1907	30 463	28 779	28 779	29 702
1907—1908	46 496	43 811	43 811	41 221
1908—1909	18 233	17 897	17 897	17 154
1909—1910	167 856	167 506	167 506	170 550

Wel is waar zijn er bevredigende overeenstemmingen, in de meeste jaren, de afwijkingen, vooral die in 1904—1905 bewijzen, dat de suppositie op betere wijze bevestiging behoeft, als juist door het overeenstemmen van de jaarcijfers onderling, na de gemiddelde berekening van 3 en 4. Doch meer nog wordt het vertrouwen in de berekening geschokt, wanneer men nauwkeurig de literquantiteiten van de reservoirleegingen beschouwt, zooals ze in de tabellen I tot en met IX voorkomen.

Zie hier twee voorbeelden uit tabel IX genomen:

24 Sept. 1909 wordt opgevangen

1.	2.	3.	4.	5.	6.
1609	1752	1495	1723	1485	981 Liters,

en den 30sten October b.v. van datzelfde jaar

1.	2.	3.	4.	5.	6.
781	1295	1219	1076	1133	niets.

Er zijn uit de tabellen I—IX talloze voorbeelden te nemen, ook van bepaalde regenperioden, wanneer de reservoirs enkele dagen, achtereen geledigd moeten worden, dat ongelijke hoeveelheden water gemeten worden ¹⁾. Wel is waar worden door de gemiddelde berekening de groote afwijkingen genivelleerd, maar het feit, dat zulke groote afwijkingen bestaan, noopt tot nader onderzoek.

Aanvankelijk, toen perceel 3 aanhoudend te weinig water afvoerde, werd de buizenreeks in dat perceel opgegraven en herlegd. Dit gebeurde in September 1901; fouten in den aanleg werden niet aangetroffen. Dat deze opgraving en herlegging een eigenaardigen invloed op de nitrificatie gehad heeft, zal in het volgende hoofdstuk ter sprake komen.

Dat in perioden van hevigen regenval de 6 perceelen van het proefveld samen door de buizen evenveel water afvoeren als de regen er opbrengt, kan blijken uit de volgende beschouwing.

Van 20 Nov. 1901 tot 15 Januari 1902 viel er 126 mM. regen; de 6 perceelen voerden een quantum water door de buizen af, dat met 136,7 mM. overeenkomt. Den 18den en 19den November 1901 was er reeds 18,5 mM. gevallen; neemt men aan, dat deze hoeveelheid de waterafvoer ingeleid heeft, dan blijkt, dat er nagenoeg evenveel water in de reservoirs terecht kwam, als er met den regen opviel.

Anders is dit, wanneer de regenval minder gelijkmatig verdeeld is, zooals bijv. in 1909, toen in Januari éénmaal, in Februari vijfmaal, in Maart tweemaal en in April tweemaal het reservoir geledigd werd, en er slechts 39,5 pCt. van het regenwater uit de reservoirs gepompt werd.

Ten einde een beter inzicht te verkrijgen in de ondergrondse waterbeweging, werden in 1903 een aantal grondwaterstandsbuizen

¹⁾ Nu eens voert 3 meer water dan 4 af, dan weder omgekeerd.

geplaatst, zooals in *fig. 2* aangegeven is; *a* en *b* zijn de plaatsen waar de waterstandsbuizen opgesteld werden aan de voorzijde der perceelen, B_1 , B_2 en B_3 zijn punten daarbuiten. De onderlinge afstanden en de topografische ligging zijn in de *fig.* aangegeven.

De buizen staan $\pm 1,60$ M. diep in den grond, ze werden als volgt geplaatst. Tot 1 M. diepte werd met de spade een nauw gat gegraven en daarna met de grondboor dieper gestoken. Op de zool van dit gat werd een weinig grind gestort. De bovenzijde der buizen moeten nauwkeurig gewaterpast worden. De waterpassing werd eenige malen herhaald. Met behulp van een drijver werd de hoogte van het grondwater in de buizen gemeten en in een maat beneden het maaiveld uitgedrukt.

Enkele grondwaterstandsmetingen in het profiel B_1 , B_2 — *a b* — B_3 zijn grafisch voorgesteld in de figuren A, B C, D.

Hoe de perceelen, de plaats der waterstandsbuizen en het drainpeil daarin voorgesteld zijn, blijkt zonder nadere uitlegging uit de teekening zelf. ¹⁾

Bij oppervlakkige beschouwing der figuren springen dadelijk twee eigenaardigheden in het oog.

1°. De gedaante der lijnen is in groote trekken, die van een halve ellips, waarvan de groote as horizontaal ligt. De ellips is het grondwaterstandsprofiel in land, dat aan twee zijden door een sloot begrensd is. Uit deze teekening kan zonder meer verklaard worden, waarom perceel 6 doorlopend minder water afvoert, dan de in het midden liggende perceelen. De afgaande helling van den grondwaterstandslijn is bij 1 eveneens aanwezig, doch in mindere mate. N°. 1 geeft, dooreengenomen, minder water als het gemiddelde der perceelen 2, 3, 4 en 5, doch niet zooveel minder als N°. 6, waar de helling van de grondwaterstandslijn onderbroken is.

2°. Er zijn onregelmatigheden in het verloop van de lijnen, welke hoofdzakelijk in de perceelen 3, 4 en 5 voorkomen.

In de grafische voorstellingen zijn 4 gevallen weergegeven.

A. Daling van den grondwaterstand van 10 October — 9 November 1903.

Den 10den, 17den en 23sten October is de lijn nog boven het drainpeil, den 30sten valt ze er ongeveer gelijk mede. Den 4den en 9den November is ze er onder.

Alle lijnen zijn gekenmerkt door eene „verdieping” in perceel 3; de grondwaterstand is er doorlopend lager, *4a* ligt altijd *hooger* dan *3b*, ofschoon de onderlinge afstand slechts 2 M. bedraagt, *4b*

¹⁾ Om eventueele karakteristieke toestanden in den grondwaterstand voor het oog duidelijker te maken, zijn de lengte- en hoogteafmetingen niet in dezelfde mate verkleind. De lijn der figuur is dus opzettelijk overdreven voorgesteld; daardoor zijn de eigenschappen der lijnen des te sprekender geworden.

daarentegen ligt aanhoudend lager dan 4a; de continuïteit in de daling der lijn 4a—4b wordt bij de hooge waterstanden door 5a niet onderbroken; daarentegen *wél* bij de lage standen op 4 en 9 November. Het water schijnt er dan trager afgevoerd te worden, of het van dit punt weggevoerde water, wordt van elders aangevuld.

In de periode van 10 tot 23 October 1903, werd de volgende hoeveelheid drainwater, in Liters uitgedrukt, verzameld.

1.	2.	3.	4.	5.	6.
13079	14641	14070	16001	15918	14679.

N^o. 1 levert hier, in tegenstelling met de algemeene ervaring, het geringste aantal liters; 3 levert minder dan 2, 4, 5 en 6; 4 geeft het meest. Dat 4 en 5 de grootste hoeveelheid liters afvoeren is oppervlakkig uit de waterstandsmetingen af te leiden; evenzoo dat 3 minder zou geven. Waarom echter deze verschillen bestaan is moeilijk uit de cijfers op te maken. Dat N^o. 3 water naar 4 afvoert is, althans voor de voorzijde van de proefveldjes, onwaarschijnlijk; immers 4a heeft een *doorlopend hooger* stand dan 3b. De lage stand van 3 zou uit een onregelmatigen afvoer van dit perceel naar de sloot aan de voorzijde toegeschreven kunnen worden, en de hooge stand van 4a aan een aanvoer van achteren.

B. *Stijging van het grondwater van 9 November tot 23 November, en daarna daling tot 25 November 1903.*

Van af 9 November gaat het grondwater weder stijgen, of liever, wordt de grondwaterstand door den regenval verhoogd.

Deze wateraanvoer van boven maakte de lijn iets regelmatig (13 Nov.). Den 23sten, wanneer het grondwater ver boven drainpeil gestegen is, is vooral op 4 en 5 de stand abnormaal, de *a*- en *b*-standen loopen dan sterk uitéén. Hoe moeten de lage *a*-standen op die beide perceelen verklaard worden? — door versnelden afvoer naar de sloot? — naar het reservoir? — of door het ontbreken van een toevoer, welke de andere perceelen wel genieten? De beantwoording dezer vragen is uiterst lastig; ook brengen de bedragen van het aantal liters drainwater geene opheldering n.l.:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
21 November	1504	1752	1723	1799	1533	571
23 en 25 November	3532	3732	3694	3884	3665	3580
Totaal	5036	5484	5417	5683	5198	4151

Totaal genomen geven 1 en 6 minder water dan de andere perceelen, 4 het meest, terwijl 3 ditmaal *niet* minder geeft dan de overigen, (de grondwaterlijn is dan ook niet ingedeukt). Ook 5 komt achteraan, wat misschien met den abnormalen 5a-stand op 23 November overeen te brengen is.

C. Eerst daling, daarna plotselinge stijging.

Van 3 tot 8 December (1903) zakt het grondwater weder met de eigenaardige vertraging der *a*-punten op 4 en 5. Van den 8sten tot den 11den is het snel gestegen en daalt daarna volgens de meting op 14 December, wederom met de vertraging van de *a*-punten op 4 en 5. In deze dagen wordt door 4 *veel* meer water afgevoerd, dan door de andere nos., terwijl 3 weinig water geeft.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
7 December	1523	1523	1285	1780	1419	685
10 en 11 December . . .	3160	3227	3218	3789	3446	3332
Totaal	4683	4750	4503	5569	4865	4017

Uit de lijn van 11 Dec. zijn die verschillen verklaard: 3*b* ligt lager en 4*a* *veel* hoger dan met de continuïteit van de grondwaterstandslijn overeenkomt. De lijn van 8 December is ten opzichte van dit verschijnsel minder sprekend, terwijl de verschillen in afvoer tusschen 3 en 4 den 7den December sprekender zijn, dan den 10den en 11den.

D. Snelle daling.

In 17 dagen (14—31 December) daalt het *B*-punt 35 cM.; de lijn heeft hetzelfde karakter der vorige, (*A*, *B*, *C*.) met de vertraging der *a*-punten op 4 en 5.

Het is noodig de lijnen met die van geval *A* te vergelijken; deze laatste hebben denzelfden vorm als bij *D*, wanneer ze onder het drainpeil liggen; liggen ze er boven, dan zijn ze vlakker; d. w. z. de onregelmatigheden zijn er in minder sterke mate in aanwezig.

In die 13 dagen van 10—23 October (geval *A*) werd er veel water afgevoerd, nl.:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
13 079	14 641	14 070	16 001	15 918	14 679 Liters,
terwijl van 10 tot 18 December (geval <i>D</i> . 10—31 December) in de reservoirs verzameld werd:					

1.	2.	3.	4.	5.	6.	1)
7349	7397	7131	8625	7949	6721 Liters.	

Na 18 December loopen de drains niet meer.

Van 10—23 October was de afvoer nog sneller dan de aanvoer door den regen; (de grondwaterlijn daalt immers!) doch de aanvoer was groot genoeg om die lijn een betrekkelijk regelmatig aanzien te geven. Na 30 October wordt de afvoer gering, bijv. op 3 November:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
1618	1685	1580	1742	1476	714 Liters.

1) Het gemiddelde Literaantal van 3 en 4 bedraagt 7878, dus ver boven het afvoer cijfer van 2 en iets beneden dat van 5.

De lijn krijgt dan het karakter van geval D. (4 en 9 November). Op 30 October heeft de lijn een geheel ander aanzien gekregen; nu is 4b, dat gewoonlijk lager ligt dan 4a of 5a, *hooger* dan die punten komen te liggen. Diezelfde afwijking wordt in de lijn van 31 Dec. (fig. D) teruggevonden; 4b heeft deze keeren niet aan de gelijkmatige daling deelgenomen.

Het onregelmatig achterblijven van punt b op perceel 4 kan in principe aan 2 oorzaken toegeschreven worden.

1°. kan de afvoer van 4b gebrekkig geweest zijn, terwijl de toevoer normaal bleef.

2°. kan de afvoer normaal geweest zijn en de toevoer verhoogd.

Voor dit laatste zijn meer waarschijnlijksgronden aan te voeren dan voor het eerste. De hogere stand van b blijkt alleen in een paar gevallen voor te komen; overigens (d. w. z. in andere gevallen) is de grondwaterbeweging er gewoon; bovendien zou er voor de eerste suppositie een geringere afvoer van 4 aangetoond moeten kunnen worden. Dit nu is niet het geval, integendeel, herhaaldelijk geeft 4 meer water, zooals bv. in de periode van 10 tot 18 Dec.

1.	2.	3.	4.	5.	6.
7349	7397	7131	8625	7949	6721 Liters.

In de eerste dagen van Nov. 1903 valt er geen of zeer weinig regen. De laatste helft van Dec. is eveneens door regenloosheid gekarakteriseerd. Dat de vorm der lijnen in fig. D juist dit karakter hebben (we zullen het 't D-karakter noemen) is aan het uitblijven van neerslag toe te schrijven. De D-lijn is dus voor den afvoer door de drainbuizen karakteristiek en verklaart het streven van 4, om meer water te geven dan de andere perceelen, ook zelfs meer dan het tekort van 3 bedraagt. Het hooge a-punt van 5 wordt door het lage b-punt geneutraliseerd, zoodat dit perceel bij het droogloopen van den grond zich niet zoo buitensporig in z'n afvoer gedraagt als 4.

Omdat in het laatst van December, toen het achterblijven van 4b geconstateerd werd, geen water afgevoerd is, kan een verhoogde grondwateraanvoer voor 4b niet door afvoercijfers waarschijnlijk gemaakt worden. De neiging van 4b om achter te blijven, blijkt ook uit de helling der lijn 4a—4b. In de tg van den hoek α , welke die lijn met de horizontale maakt, uitgedrukt, is die helling op:

$$14 \text{ Dec. } \frac{6,1}{800} = 0,0076$$

$$19 \text{ Dec. } \frac{1,7}{800} = 0,0021$$

$$24 \text{ Dec. } \frac{3,4}{800} = 0,0043$$

terwijl tg α den 31sten December negatief wordt en de waarde

$$-\frac{6}{800} = -0,0075 \text{ krijgt.}$$

Dit zelfde streven is in *fig. A* duidelijk op 10, 17 en 23 October.

$$10 \text{ Oct. } \frac{5,3}{800} = 0,0066$$

$$17 \text{ Oct. } \frac{4,20}{800} = 0,0053$$

$$23 \text{ Oct. } \frac{2,7}{800} = 0,0034$$

De inzinking, die de lijn in perceel 3 ondergaat, kunnen we in verband brengen met het mindere water, dat n^o. 3 levert; te meer, omdat in 3 het hoogste punt van de theoretische grondwaterstands-ellips ligt, ¹⁾ welke het grondwaterprofiel is in homogeen land, dat aan beide zijden door slooten omgeven wordt. ²⁾

De continuïteit van de lijn wordt juist bij 3 door die inzinking voor het eerst onderbroken, wanneer men de lijn van links naar rechts vervolgt. We concluderen ten opzichte van het perceel 4, dat de *mêér-afvoer* hier niet toe te schrijven is aan een toevoer van de zijde van 3, ook niet van 5 (*5a* ligt gewoonlijk *hooger* dan *5b*, dat weder *lager* ligt dan *4b*), doch veeleer van de achterzijde van het perceel.

Het zal bij aandachtige beschouwing der *figuren A—D* gebleken zijn dat, wanneer de *a-* en *b-*punten even onder het drainpeil liggen, er toch nog water afgevoerd wordt door de buizen. (Zie *Tabel II*). Het behoeft amper verklaring, dat het water achter op de perceelen zich dan nog boven het drainpeil bevindt.

Dat het niet mogelijk is, uit deze enkele grondwaterstandsmetingen een numerisch verband te vinden met de afvoercijfers, spreekt van zelf, om daartoe te geraken zou men de grondwaterbeweging over het geheele perceel nauwkeurig moeten onderzoeken. Een groot aantal grondwaterstandsbuizen zou, over het terrein verspreid, geplaatst moeten worden en elken dag metingen gedaan. Een geregelde cultuur van het land zou daardoor onmogelijk geworden zijn, terwijl er praktische bezwaren van anderen aard te overvloedig waren, om aan deze strenge eisch tegemoet te komen.

De lijn van 25 November 1903 (*fig. B*) geeft aanleiding tot de volgende overwegingen:

Wanneer men aanneemt, dat de punten *B* en *B₂* punten zijn van de grondwaterstand-ellips op dien dag; voorts, dat de lange as horizontaal ligt en de volle breedte van het perceel beslaat, dan kan men de theoretische ellips over het geheele perceel berekenen met behulp van de formule: $\frac{a^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$.

a = de halve lange as = de halve breedte van het groote veld = 50 M.

b = de halve korte as = onbekend.

¹⁾ 3 ligt in het midden van het land!

²⁾ Zie o. a. DIENERT; hydrologie-agricole, 70.

x en y zijn de coördinaten van een willekeurig ellipspunt, terwijl als (coördinaten) assen de a - en b -as aangenomen zijn.

Voert men de berekening uit, dan vindt men, dat de groote as op 168,9 cM. ÷ maaiveld ligt, en dat de halve kleine as 57,58 cM. meet, dat wil dus zeggen, dat ware het land niet gedraineerd, het grondwater midden op het profiel $B_1, B_2 \dots B_3$ 57,6 cM. hooger zoude staan dan aan de randen van het veld.

De *theoretische* grondwaterstand is voor alle a - en b -punten berekend, tabel 11 geeft daar een overzicht van.

Tabel 11.

	÷ Maaiveld berekend.	÷ Maaiveld gemeten.	Vershil.
1a	117,2	119,6	2,4
1b	113,6	118,8	5,2
2a	113,—	118,6	5,6
2b	111,5	116,6	5,1
3a	111,4	118,1	6,7
3b	111,7	119,4	7,7
4a	112,—	119,1	7,1
4b	114,3	121,1	6,8
5a	115,2	125,1	9,9
5b	119,7	123,4	3,7
6a	121,2	124,6	3,4
6b	124,1	131,2	7,1
B_3	131,5	131,5	0,—

In fig. B is de theoretische grondwaterstandslijn gestipeld geteekend. De afwijking van de werkelijke lijn met de theoretische heeft niets vreemds; alleen moest deze, wanneer de afvoer der drainageperceelen regelmatig was, ook regelmatig zijn.

Dit nu is blijkens teekening en tabel *niet* het geval.

Merkwaardig is het, dat het berekende B_3 -punt met het waargenomene samenvalt, hetgeen beteekent, dat de invloed der drainbuizen reeds

dadelijk buiten het perceel nihil was, omdat de ligging van B_2 en B_3 ten opzichte van de korte ellipsas, symetrisch is en de waterstanden volgens de theorie, in die beide punten gelijk moet zijn. In den regel verschillen de liggingen dier punten ten opzichte van het maaiveld weinig.

De gedaante van de waterstandslijn, ook buiten de perceelen, zal geheel van den regentoevoer afhangen; de ellipsvorm kan vooral bij hevigen regenval daar onduidelijk worden; daarom zullen we de berekening niet voor andere data uitvoeren, maar er toch nog op wijzen, dat de onregelmatigste afwijking bij de perceelen 3, 4 en 5 gevonden wordt. 1, 2 en 6 geven een *regelmatige* wijziging van de theoretische waterstandslijn te zien.

Denkt men zich de ellips van 23 Nov. uit B_1 en B_2 theoretisch ontwikkeld, dan worden de afwijkingen buitengewoon grillig (den 21sten en 22sten viel er veel regen!)

Dat lage waterstandslijnen den ellipsvorm zeer nabij komen en de laagste zuivere ellipsen zijn, zal later uit andere metingen aangetoond worden.

Het werd reeds opgemerkt, dat bezwaren van allerlei aard om de waterstandsmetingen uit te breiden, belet hebben de grondwaterbewegingen in het geheele perceel dag voor dag te vervolgen.

Toch is er getracht het inzicht te verrijken, door op perceel 3 in haaksche richting op de besproken profiellijn een tweetal buizen te slaan, en in de lijn acd (c en d zijn de nieuwe punten) buizen te plaatsen, eveneens in een punt m , dat buiten het proefveld ligt, midden op het groote veld. (Zie *fig. 2*). ¹⁾

In de *figuren* E, F en G zijn de grondwaterlijnen 3, $acdm$ voorgesteld op verschillende dagen. De helling van de lijn ac is vrij groot, waaruit blijkt, dat als a beneden drainpeil ligt (*fig. A—D*) c en d er zich boven kunnen bevinden; het water dat b.v. den 30sten October opgevangen wordt, is hoofdzakelijk van het achterste deel van ons proefveld afkomstig.

van 17 Oct. tot 9 Nov. daalt de lijn; opmerkelijk is het, dat deze daling zoo gelijkmatig geschiedt, hetgeen uit tekening E als uit de onderstaande cijfers blijkt, die het verschil van den a en c stand zijn:

Op 23 October.	8 cM.
„ 30 „	8,9 „
„ 4 November.	9,2 „
„ 9 „	9,5 „

Wanneer het water zakt, zakt het regelmatig (wanneer er geen of weinig regen valt, zooals in deze dagen), hetgeen een hoogen dunk van de homogeniteit van het land geeft. Interessant is de groote waterstand-stijging van 13 tot 23 November; ook deze stijging is betrekkelijk regelmatig (*fig. F*.); toch is de helling van ac op 23 November grooter dan op den 13den.

Op 13 November 7,4 cM. verschil tusschen a en c .

„ 23 „ 10,9 „ „ „ „ „ „

Hetgeen er op wijst, dat bij regenval (op 21 en 22 November valt er ± 20 mM. regen) het water van a sneller weggevoerd wordt dan van c , — de kromming van de curve is grooter. Werd de stand van a en c *alléén* door de drainbuizen bepaald, dan had eene ééns aanwezige helling constant moeten blijven; immers de afstand tusschen de drainagebuizen en die punten is even groot, en de regentoevoer eveneens. De steilere helling van ac op den 23sten Nov. bewijst, dat niet alleen de drainbuizen het grondwater afvoeren, maar dat de waterstand van a , en waarschijnlijk ook van c , door eene grondwaterbeweging in de richting der drainbuizen wordt geïnfluenceerd, ondanks de houten schotten aan de voorzijde van het perceel.

De waterstandscurven $a—m$ in December (*fig. F* en *G*) zijn zeer leerzaam; men ziet er uit, dat, hoe hooger de waterstand is, hoe sterker de lijnen gekromd zijn.

¹⁾ Abusivelijk is in *fig. 2* het c -punt met de letter e aangeduid.

Het verdient opmerking, dat het lengteprofiel van den grondwaterstand eene geheel andere gedaante heeft, dan het breedte-profiel.

In het laatste was de ellipsvorm duidelijk te herkennen; in het eerst niet, ja hier is zelfs de lijn concaaf.

Van de kromming kan men een goeden indruk krijgen, wanneer men de helling der drie stukken ac , cd en dm in de tg van den hellingshoek α uitdrukt.

Op 8 Dec. $tg \alpha$ 0,0057; 0,0070; 0,0056.

„ 11 „ $tg \alpha$ 0,0057; 0,0097; 0,0164.

Dat de helling van ac in die 3 dagen niet veranderde, terwijl het grondwater steeg, is belangrijk; van die punten werd het water dus even snel afgevoerd.

Deze conclusie heeft daarom beteekenis, omdat het in die dagen regende en er dus watertoevoer was. Evenzeer is het belangrijk te zien, hoe van 11 tot 14 Dec., wanneer het *niet* regent, het grondwater dat zoo hoog gestegen is, over het geheele perceel gelijkmatig daalt, hetgeen uit de fig. G en uit de tangenten der drie hellingshoeken blijkt:

11 Dec. $tg \alpha$ 0,0057; 0,0097; 0,0164.

14 „ $tg \alpha$ 0,0069; 0,0080; 0,0162.

Den 19en Dec. (er valt geen regen in die dagen) is de helling der 3 deelen van de lijn am anders geworden.

19 Dec. $tg \alpha$ 0,0072; 0,0059; 0,0090.

Voor al is het d -punt snel gedaald.

In de korte periode van 11—14 Dec. en van 14—19 Dec., is bij de ac -lijn, niet die hellingsverandering waargenomen, die van 13—23 Nov. plaats vond en waaruit de grondwaterbeweging buiten de drainbuizen om afgeleid werd. De afname van de helling cd in de periode van 14—19 Dec. voert tot dezelfde conclusie als de Novemberwaarnemingen.

In centimeters uitgedrukt is de daling van m gedurende 14—19 Dec. 21,7 geweest, numerisch sterker dan van de punten c en d , welke 12,4 en 14,5 cM. daalden. Uitgaande van de aanname, dat wanneer het land niet gedraineerd was, de grondwaterstandslijn den ellipsvorm zoude hebben, is er in het feit dat m ¹⁾ in centimeters uitgedrukt sterker daalt dan de punten, die verder van de korte as gelegen zijn, niets vreemds; toch blijft in ons geval de hellingshoek van dm grooter, dan die der andere stukken, hetgeen bij een ellips juist andersom is en er op wijst, dat de drainbuizen goed functioneeren. Omdat tot het laatst van December de regenval uitblijft, is de daling van het grondwater voor den afvoer daarvan karakteristiek. De lijn am wordt vlakker, $\alpha-ac$ blijft vrijwel gelijk, $\alpha-cd$ is bij den laagsten stand op 31 December bijna 0, en $\alpha-dm$ neemt sterk af; zie hier in tabel 12 de tangenten van de drie hellingshoeken α .

¹⁾ M ligt juist in het midden van het terrein, dus op de plaats van de korte as.

Tabel 12.

3 December	. . . . .	0,0063	0,0082	0,0093
8	"	. . . . .	0,0057	0,0070
11	"	. . . . .	0,0057	0,0097
14	"	. . . . .	0,0069	0,0080
19	"	. . . . .	0,0072	0,0059
24	"	. . . . .	0,0075	0,0037
31	"	. . . . .	0,0069	0,0019
				0,0029

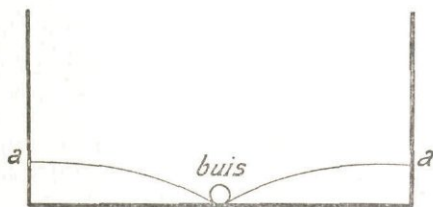
Den 31en Dec. heeft de lijn duidelijk eene gedaante, welke aan een ellips doet denken. Van af den 19en Dec. wordt geen water in de reservoirs verzameld.

De opmerking, dat, waar een ondergrondsche waterafvoer mogelijk is, wanneer de grondwaterstand beneden drainpeil ligt, deze ook op diezelfde wijze in werking zal zijn, wanneer het grondwater boven het peil der drainagebuizen staat, behoeft amper nadruk.

Er zal dus in het drainage-reservoir telkens een „tekort” te verwachten zijn, waarvan het bedrag moeilijk te bepalen is. Temeer, omdat men niet uit het oog verliezen moet, dat de perceelen door de buizen het water sneller afvoeren, dan de ongedraineerde omgeving. Er ontstaat daardoor eene locale grondwaterstandsverlaging die — het ligt in den aard van de zaak — altijd door de achterliggende omgeving tot op zekere hoogte aangevuld zal worden.

Dat op 19 Dec. (wanneer er geen water meer verzameld wordt), de *c*, *d* en *m* punten gelijk en hooger liggen dan de buizenreeks, behoeft niet te verwonderen, omdat het grondwaterniveau van af die punten naar de buizen evenzoo gebogen zal zijn, als het geheele waterstandsoppervlak van het perceel naar de sloot. Ten opzichte van *a*, *c* en *d* naar de drainagebuizen herhaalt zich in het klein, wat zich in het groot in het perceel naar de sloot voordoet. Hadden we vlak naast de drainbuizen grondwaterstandsbuizen geslagen, we hadden in doorsnede een profiel gekregen, zooals *fig. 3* aangeeft.

Figuur 3.



De gegevens, welke door deze metingen in den winter van 1903 verzameld werden, zijn te gering in aantal om een juist inzicht in de hydrologische gesteldheid van ons proefperceel te geven, vooral om den aard der afwijkingen

van perceel 3, 4 en 5 te leeren kennen.

Zeker is het, dat indien deze niet bestonden, de drainagebuizen gelegd hadden moeten worden, niet in een zelfde hellingsvlak, doch op het oppervlak van een lichaam, dat waarschijnlijk den vorm van een rotatie-ellipsoïde nabij zoude komen, en waarvan het vlak, waarin

de groote assen gelegen zijn, op het gemiddelde slootpeil gedacht moet worden.

De drainbuizen van 1 en 6 hadden dus noodzakelijk lager gelegd moeten worden, wilden ze evenveel water afvoeren als de midden-perceelen 2, 3, 4 en 5.

Edoch zijn de moeilijkheden dan nog zoovele en de eigenaardige bewegingsafwijkingen van het grondwater zoo gecompliceerd, dat men altijd beter zoude doen in gesloten perceelen, in een soort reus-achtige kisten, (b. v. van monierwerk) te experimenteren.

De hydrologische beoordeeling van ons proefveld is niet gunstig uitgevallen. Gedeeltelijk beging men bij den aanleg de fout de buizen in één vlak te leggen; en hoewel het proefveld ver van de sloot verwijderd gehouden werd, bleek de afstand van 13 Meter niet groot genoeg, om den ondergrondschen afvoer te kunnen verwaarloozen. Men had bij den aanleg het idee voor oogen gesteld, dat men wel is waar niet er op rekenen kon alle regenwater (voor zoover het niet verdampt werd) in de reservoirs te verzamelen; maar redeneerde men, wanneer bij alle perceelen hetzelfde deficit plaats heeft, dan nog hebben we op eenvoudige en vooral goedkoope wijze een aantal gegevens te verwachten, die antwoord zullen kunnen geven op de vragen, die men zich bij den opzet gesteld had.

Dat het perceel *niet* het water gelijkmatig zou afvoeren en zelfs verschillen te zien zouden geven op punten, die slechts enkele Meters van elkaar verwijderd liggen, is een geheel onverwacht resultaat geweest.

Kan men zich gelijkmatiger land voorstellen, dan een ouden lichten zavelgrond, die sinds menschenheugenis onder de beste verpleging gelijkmatig bebouwd werd; een vierkant stuk land, omgeven door ruime, schoone afwateringssloten! Zoo'n perceel voldoet, oppervlakkig geoordeeld, aan alle eischen, die men ten huidige dage aan een ideaal proefveld stellen zou.

Er zijn nog een aantal grondwaterstandsmetingen verricht, die besprekingen noodig maken.

Vooreerst was in het najaar 1903 nog een *c*-buis op perceel 4 geplaatst.

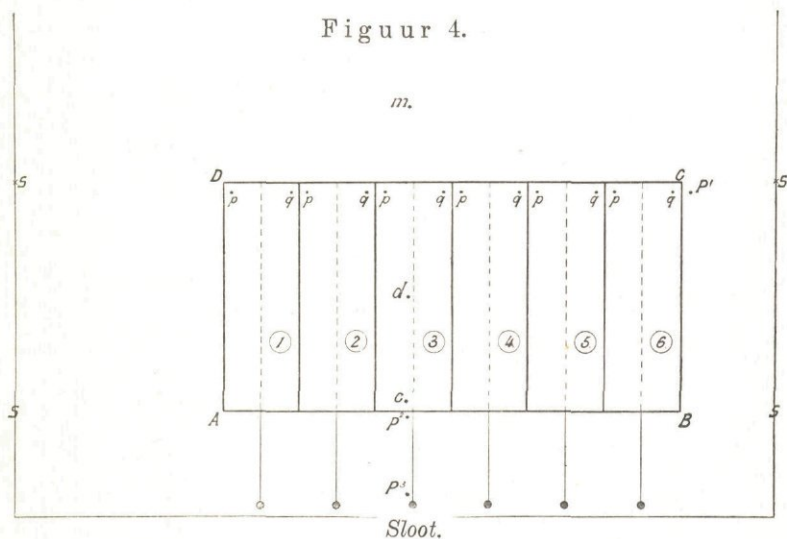
T a b e l 13.

1903.	4 <i>a</i> .	4 <i>c</i> .	<i>a</i> — <i>c</i> .	3 <i>c</i> .
17 October	118,3	118,2	0,—	116,5
23 „	122,9	115,9	7,—	114,8
30 „	129,2	125,2	4,—	124,4
4 November	139,3	132,3	7,—	132,2
9 „	146,—	139,—	7,—	138,5
13 „	143,5	133,—	10,5	133,4
23 „	121,5	104,3	17,2	99,7
25 „	119,1	110,7	8,4	108,7

In tabel 13 zijn de waterstanden op de *a*- en *c*-punten van 4 genoteerd en in cM. ÷ het maaiveld uitgedrukt. Ook is het verschil van den *a*- en *c*-stand in die tabel uitgerekend; in de laatste kolom komt de stand van 3 *c* voor. In *fig. H* is de grafische voorstelling weergegeven.

Dat de *c*-punten op die beide perceelen doorlopend weinig verschillen, blijkt uit de laatste kolom van tabel 13. Alleen den 23 Nov. wanneer het water snel stijgt, is een achterblijven van 4*c* ten opzichte van 3*c* merkbaar. Dat de *a*-punten gewoonlijk verschillen is uit de *figuren A—D* gebleken.

In 1904 zijn de grondwaterstandsbuizen naar de achtereinden der perceelen verplaatst, evenver van de achtergrenzen verwijderd als in 1903 van de voorgrenzen. Deze punten werden met *p* en *q* aangeduid. Aan de voorzijde van de proefvelden, dus er buiten, werden op twee plaatsen *P*₂ en *P*₃ buizen geslagen, terwijl *P*₁ gekozen werd even buiten perceel 6, in de *p—q*-lijn. Zie *fig. 4*. Van enkele waarnemingen zijn grafische voorstellingen gemaakt.



1^p van af de Sloot 28 bij 43 M.

1 ^a	"	"	"	"	36	"	"	"
2 ^p	"	"	"	"	38	"	"	"
2 ^a	"	"	"	"	46	"	"	"
3 ^p	"	"	"	"	48	"	"	"
3 ^a	"	"	"	"	44	"	"	"
4 ^p	"	"	"	"	42	"	"	"
4 ^a	"	"	"	"	34	"	"	"
5 ^p	"	"	"	"	32	"	"	"

5^a van af de Sloot 24 bij 43 M.

6 ^p	"	"	"	"	22	"	43	"
6 ^a	"	"	"	"	14	"	43	"
<i>P</i> ₁	"	"	"	"	12	"	"	"
<i>P</i> ₃	"	"	"	"	52	"	4	"
<i>P</i> ₂	"	"	"	"	52	"	13	"
3 ^c	"	"	"	"	52	"	15	"
3 ^d	"	"	"	"	52	"	29	"
<i>M</i>	"	"	"	"	52	"	54	"

In *fig. I* zijn de standen van 2^d Dec. 1904, 2 Jan., 12 Jan., 11 en 17 Febr. 1905 weergegeven. De lijnen verraden wel het karakter van een ellips, maar veel minder duidelijk, dan bij die der reeds behandelde waarnemingen.

De inzinking bij perceel 3 vertoont dit profiel *niet*, of ze is soms enkele malen onduidelijk aanwezig. Eene groote afwijking treft men aan op perceel 5 en ook op 4, terwijl de stand nergens regelmatig is. Betrekkelijk gelijkmatig zijn de lijnen op 11 en 17 Febr. 1905; deze verraden het duidelijkst den ellipsvorm. In die dagen is de temperatuur laag, ('s nachts vorst en de maxima boven 0°) en valt er *weinig* sneeuw.

De lijnen geven een vrij zuiveren ontwateringstoestand weer. Dat de waterstand op 2 Jan. volkomen vlak was mag misschien aan de strenge vorst toegeschreven worden, waardoor de bovengrond hard bevroren geweest is en misschien zoo dicht, dat de luchttoevoer, welke bij zakkend water noodzakelijk is, niet kon plaats hebben en het grondwaterniveau recht werd. Belangrijk zijn de liter-quantiteiten op 13 en 17 Februari verzameld:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
13 Februari . . .	1676	1542	1247	2209	1476	486
17 „ . . .	1342	1457	1057	1695	1228	923

Hieruit blijkt weder, dat bij zuivere ontwatering (zonder regentoevoer), of zoo men het „het natuurlijk leegloopen” der perceelen wil noemen, n°. 6 het minste water afvoert en achtereenvolgens 3, 1, terwijl 4 verreweg het grootste quantum in het reservoir laat loopen.

Dat de abnormale standen van 5 op 12 Jan. regel zijn, kunnen we niet gelooven; veeleer moeten die aan den plotseling ingevallen dooi toegeschreven worden.

In *fig. K* zijn enkele standen in Maart 1905 voorgesteld ¹⁾. De lijnen op 16 en 18 Maart zijn betrekkelijk regelmatig, onregelmatig zijn ze op 27 en 28 Maart. Opmerking verdient het, dat evenals in de vorige periode, 5*q* de schommelingen in geringe mate medemaakt. Zoowel nu als toen ligt dit punt telkens bij het drainpeil. Op een bijzonderheid dient nog gewezen te worden, nl. van 16—18 Maart valt er ± 7 mM. regen, terwijl er den 19den ± 14 mM. valt.

Den 16den wordt opgevangen:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
	1247	1247	1142	1714	1438	923 Liters
en den 20sten en 21sten:	3132	3218	3085	3618	3456	2913 „

Hiermede is duidelijk gedemonstreerd, dat, hoe meer regen er valt, hoe geringer de onderlinge verschillen zijn, hetgeen het vermoeden wekt, dat de groote onderlinge verschillen te voorschijn treden, bij het zoogenaamde „leegloopen” der perceelen.

Omdat de waterstandsmetingen van perceel 3 ontbreken, zullen we nog de metingen van Januari 1906 bespreken uit een tijd, die door hoogen regenval en gestadigen drainwaterafvoer gekenmerkt is. (*Figuur L.*)

¹⁾ De meting van 3*q* ontbreekt jammer genoeg driemaal.

Den 8sten Januari begonnen de drains te loopen, en liepen tot einde Februari bijna aanhoudend door; van 8 tot 31 Januari, dus in 23 dagen, werden de reservoirs 18-maal geledigd; enkele malen 2 keer per dag (*Tabel V*).

Verzameld werd in die periode:

1.	2.	3.	4.	5.	6.	
25468	28931	27189	30197	30913	27752	Liters

terwijl er 97,8 mM. regen, of per perceel uitgerekend 29 340 Liter viel.

De Januari-standen liggen alle boven drainpeil. Opmerkelijk genoeg is nu perceel 4, het meest onregelmatige; de continuïteit van de lijn ¹⁾ wordt juist daar altijd onderbroken en wel door eene inzinking; de waterstand is er dus lager. Den 8sten Januari, wanneer de grondwaterspiegel zoo hoog gestegen is, dat reeds de reservoirs geledigd kunnen worden, is de stand op 4 buitengemeen laag; toch is in de hoeveelheden drainwater niets buitengewoons:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
8 Jan.	1933	2047	1990	2066	1895	1799	Liters.
9 „	962	1209	1133	1257	1095	1047	„

Evenals p en q op 4 den 8sten Januari achterblijven, is p op 1 ook laag. Deze lage stand kan in overeenstemming gebracht worden met het lage litergetal van 1 op 9 Januari. We zouden in analogie daarmee ook een laag litergetal op 4 mogen verwachten, dit is niet gebeurd.

In groote trekken hebben de lijnen van 15, 19, 20 en 22 Januari overeenkomst. Bij die van 24 en 31 Januari is de inzinking van 4 in een „berg” veranderd, hetgeen beteekent, dat zoowel bij het stijgen als dalen de waterstand in 4 achterblijft; in beide gevallen is dan ook meer drainwater van 4 te verwachten. Dit is vooral bij dalenden waterstand duidelijk.

Tabel 14.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
24 Januari	1076	1152	1947	1238	1181	1019
27 „	1628	1599	1390	1761	1580	1019
30 „	1371	1304	1466	1837	2152	1238
30, 31 Januari en 1 Februari .	1133	1238	1161	1599	1495	1200

Doch ook 5 levert veel water, dat misschien uit de lijn van 24 Januari verklaard kan worden. Bij de zeer diepe standen ²⁾ op 24 November 1905, 28 December 1905 en 4 April 1906 is de ellipsvorm bijzonder duidelijk te herkennen; op 4 is de continuïteit door eene verheffing

¹⁾ In zooverre men bij deze onregelmatige curve nog van continuïteit spreken kan.

²⁾ Beneden drainpeil.

onderbroken. Dit schijnt regel te zijn. Die verheffing mag zeker wel in verband gebracht worden met watertoevoer van elders. Dat ook 5 dezen invloed ondergaat, bewijst herhaaldelijk de meting der verzamelde waterquantiteiten en is soms ook uit de waterstandslijnen, hoewel niet altijd even duidelijk op te maken.

Men vergeete niet, dat deze uiteenzetting alleen voor den regenrijken tijd van Januari 1906 geldt. Dat de waterstanden op het achtereind van de perceelen, niet onder alle regenomstandigheden hetzelfde beeld geven, blijkt ook uit de lijnen van Januari en Februari en Maart 1905. In dit opzicht zijn de waterstanden op het achtereind der perceelen onregelmatiger dan op het vooreinde.

Evenals in 1903 werd op perceel 3 een tweetal waterstandsbuizen geplaatst, doch ditmaal meer in de nabijheid der drainbuizen.

(Fig. 4 c en d). Even buiten het perceel werd weder een punt m gekozen en aan de slootzijde de punten P_2 en P_3 . Uit fig. 4 blijkt, dat die punten in één lijn liggen. Ook is het slootpeil gemeten.

Bij de beschouwing van teekening M blijkt, dat in de natte periode van Januari 1906, de lijnen hetzelfde karakter (in hoofdzaak) hebben als in 1903; dm is sterker geheld dan cd . De lijnen S , P_3 , P_2 , die van het punt S , of van het slootpeil, af geteekend werden, zijn onmiskenbaar ellipsvormig; het vervolg van die lijnen, cdm , heeft den ellipsvorm *niet*, waaruit de werking der drainbuizen blijkt. In de natte periode zijn de lijnen cdm onderling regelmatig te noemen. De c -punten zijn aan grooter schommelingen onderhevig, dan de d -punten. Terwijl in vier gevallen de overgang van P_2 naar c met de continuïteit van S , P_3 , P_2 overeenkomt, zijn er op 8 en 19 Januari twee plotselinge onderbrekingen in die continuïteit.

Het zijn dan juist de dagen, dat er veel regen valt, nl. op 5, 6 en 7 Januari 31 mM. (waarvan er 15,3 op den 7den valt), en 38,7 mM op den 17den en 18den Januari.

Op den 24sten Januari is de c -stand lager dan die van P_3 , waaruit de invloed van de drains blijkt.

Dooreengenomen is de d -stand gelijk of iets hooger dan de c -stand; den 8sten en den 19den Januari is dit niet zoo. Dat bij *hevigen* regenval midden in het drainageperceel het water sneller afgevoerd wordt dan aan de voorzijde, waar de drainreeks ophoudt, d. w. z. waar de drainbuizen overgaan in de 10 M. lange gegalvaniseerd ijzeren buis, is begrijpelijk.

Dat de lijn dm de juiste gedaante van het grondwateroppervlak weergeeft, is natuurlijk niet bedoeld. Men leest uit de figuur, dat het grondwater achterin het drainage perceel hooger staat dan *vóór*, hetgeen beteekent, dat eene horizontale waterbeweging door den grond ¹⁾ duidelijk blijft bestaan, en niet door de snelle afwatering der drainbuizen uitgewischt wordt.

¹⁾ Die men de „natuurlijke beweging” zou kunnen noemen.

De waterstandslijnen van 24 November, 28 December 1905 en van 4 April 1906, zijn zuiver ellipsvormig (*Fig. M*), hetgeen ook uit de berekening blijkt, wanneer men de stand van *m* boven het slootpeil als de maat van de kleine as aanneemt en de groote as op datzelfde peil, de breedte van het perceel is.

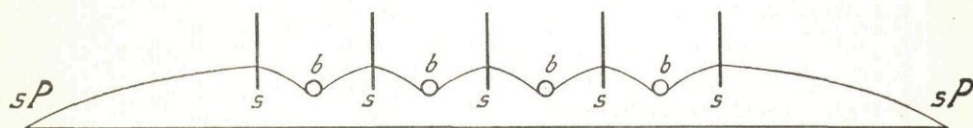
Tabel 15.

	Stand \div maaiveld.		Verschil.
	Berekend.	Gemeten.	
24 November 1905	170.2	168.1	2,1
P_3	157.5	156,2	1,3
P_2	155,6	154, —	1,2
d	146.5	144,5	2,—
c	142.2	141.7	0,5
28 December 1905 :			
P_3	168,9	168,7	0,2
P_2	155,8	156,2	0,4
d	153,9	154,—	0,1
c	144.5	144,2	0,3
4 April 1906 :			
P_3	176.2	175.5	0.7
P_2	164,9	164,4	0,5
d	163.2	162,6	0,6
c	155.1	153.7	1.4

De geringe verschillen vallen binnen de grenzen der waarnemingsfouten.

Het oppervlak van het grondwater in de perceelen is buitengemeen gecompliceerd; men zal in dwarsdoorsnede door de perceelen, eene figuur krijgen van een aantal kleine ellipsen, waarvan de groote assen op de verbindingslijnen der drainbuizen en de kleine assen in de houten schotten gelegen zijn, ongeveer als *fig. 5* aangeeft.

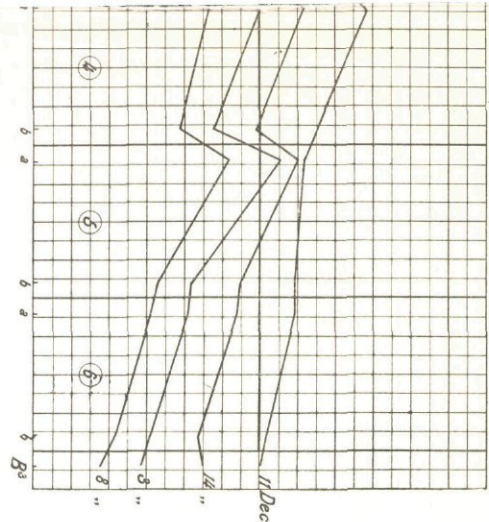
Fig. 5.



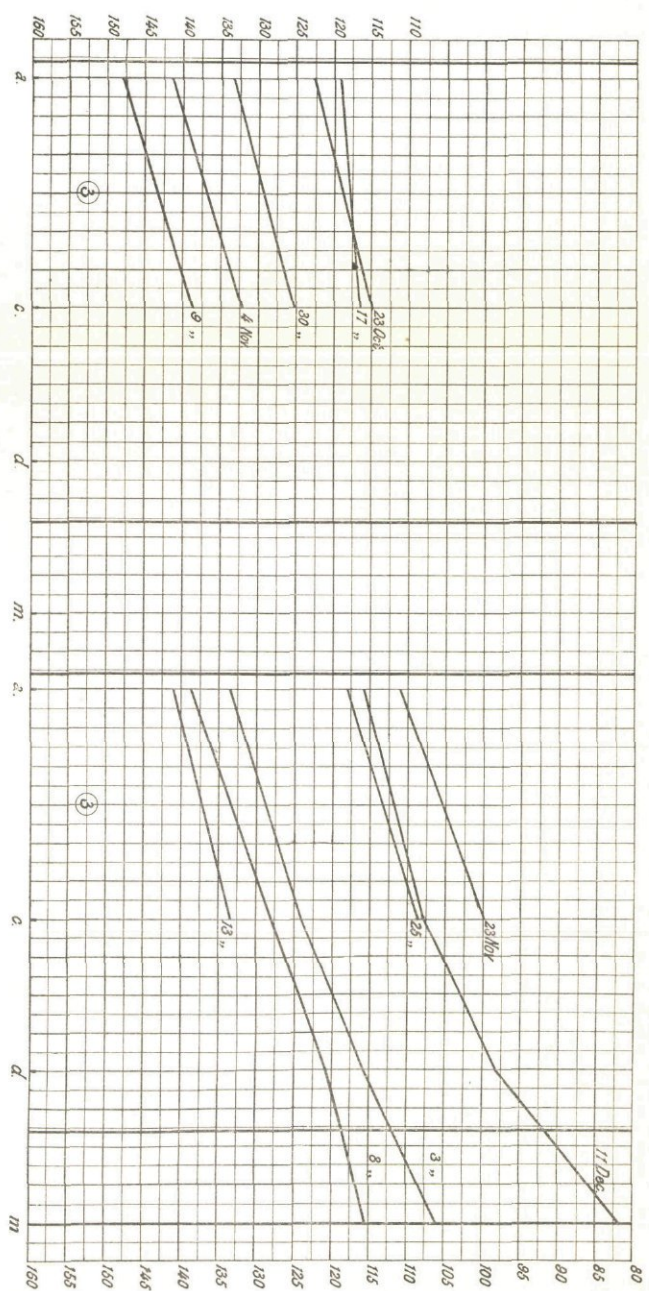
b. drainbuizen; *Sp.* = slootpeil; *S.* = schotten.

In lengte doorsnede tot aan het *m*-punt, zal er eveneens een ellipsoppervlak te onderscheiden zijn, dat echter ingedeukt is, zoodat men den indruk krijgt, alsof de aldus gebogen lijn uit twee ellipsen samengesteld is, welker groote assen in verschillend niveau liggen en waarvan de kleine assen samenvallen, als in *fig. 6*.

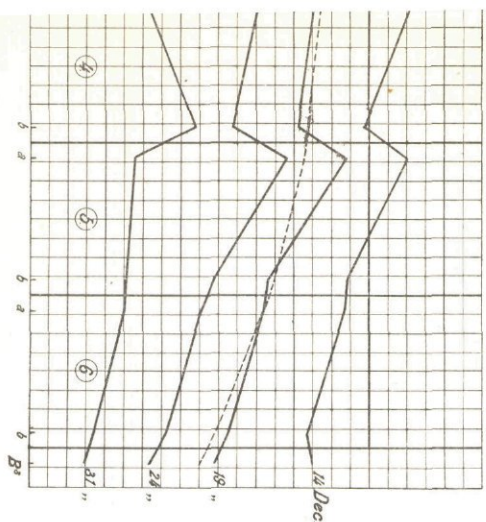
Figuur E.



Figuur F.



Figuur G.



Figuur H.

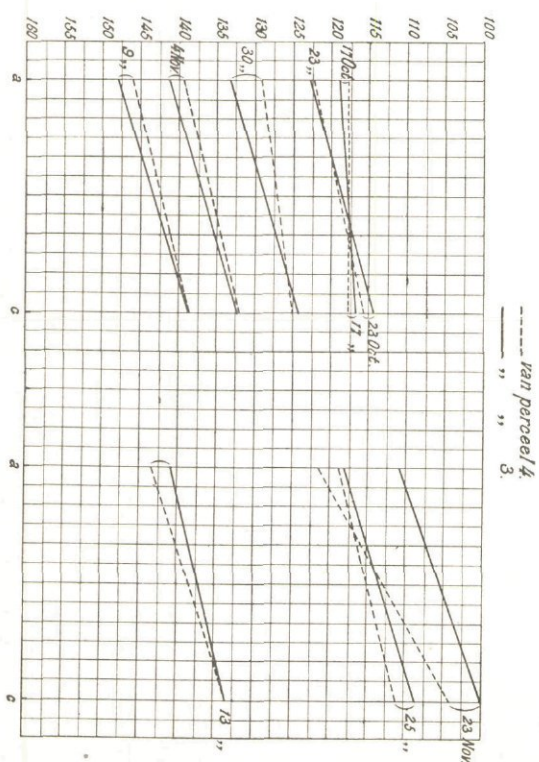
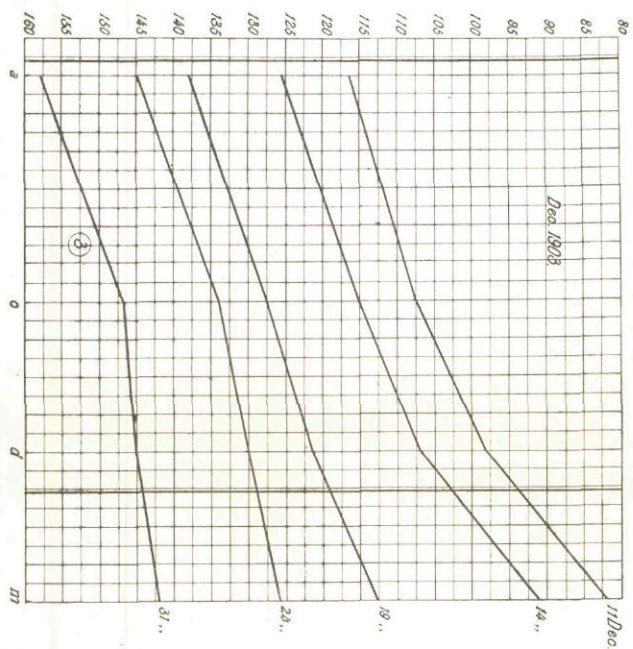
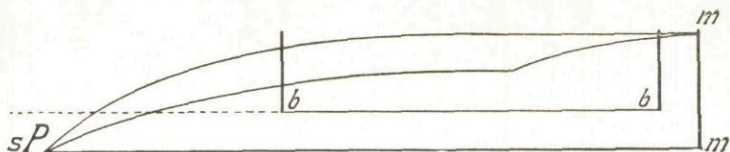


Fig. 6.



Volledigheidshalve zijn in *fig. N* de waterstanden P_3 , P_2 , cd en m weergegeven van 11 en 17 Februari 1905, die normaal zijn, terwijl die van 22 December 1904, 2 Januari en 12 Januari 1905 abnormaal zijn; in die dagen vriest en sneeuwt het, waardoor die abnormaliteit verklaard is.

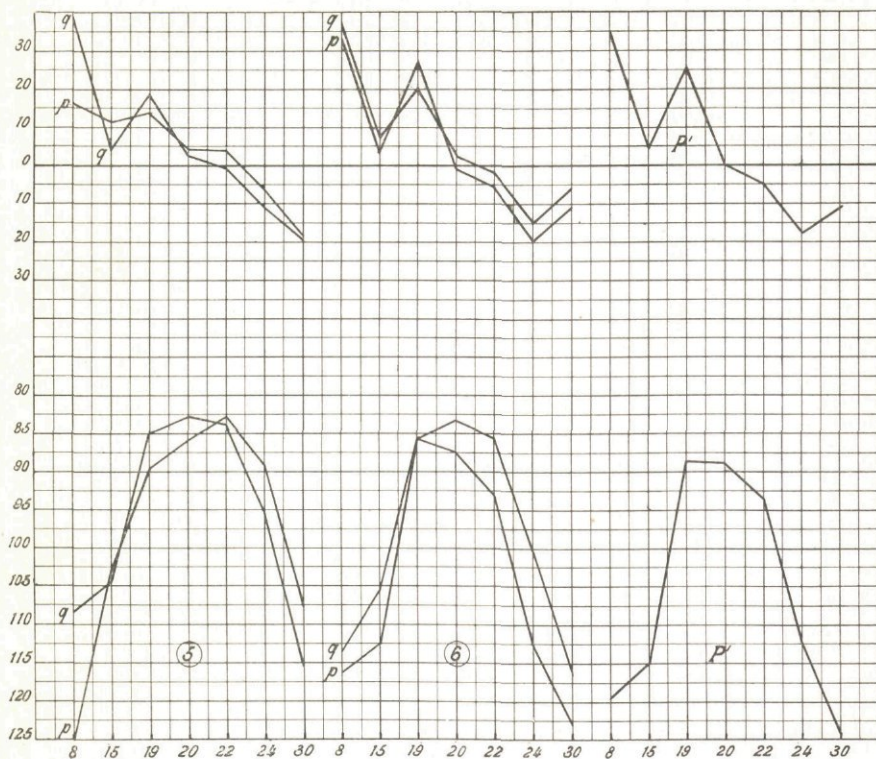
Om nog eens op andere wijze de waterstanden in Januari 1906 onder oogen te krijgen, hebben we in de *figuren O* en P^1) de p - en q -punten (Januari 1906) voor elk perceel *apart* opgeteekend; uit het verloop van deze curven zijn de schommelingen van ieder punt op te maken. In het oog loopend is de goede overeenstemming der p - en q -lijnen bij 2 en 3 en de minder goede bij de overige perceelen. Intusschen is de vorm van de curve bij 1 q ; 2, p en q ; 3, p en q , 5 q en 6, p en q en P_1 geheel dezelfde; 1 p en 4, p en q wijken af; daar is de stijging veel grooter in de eerste dagen van Januari, hetgeen uit een lageren beginstand op 8 Januari voortspruit, terwijl de standen ook lager blijven. Om nu tevens een overzicht over de schommelingen alleen te krijgen, zijn boven de behandelde curven de verschillen tusschen twee waarnemingen opgeteekend. De curven 1 p , 2, p en q ; 3, p en q ; 5 q , 6, p en q hebben weder een gelijk karakter, de overigen wijken daarvan af; hun verloop is vlakker, hetgeen vooral bij 4 duidelijker is. Ze schommelen weinig, of wat ook mogelijk is, (we zeiden het reeds herhaaldelijk) de grondwaterstand wordt niet alleen door regentoevoer en drainafvoer beheerscht, doch ook door af- en aanvoer van elders.

De invloed van de drainage zou men kunnen berekenen en uitdrukken in de afplatting van de groote ellips, welke na heftigen regenval in een periode van daarop volgende droogte, bij het „leegloopen” der perceelen tot stand komt. De grondwaterstanden zouden dan op verschillende punten gemeten moeten worden en de opvangen hoeveelheid drainwater in finessen bekend. Jammer genoeg is het materiaal, dat ons ten dienste stond, niet voldoende om eene dergelijke berekening uit te voeren. Feitelijk zijn de afwijkingen in ons proefveld te groot, om met eene serie van weinig waarnemingen genoeg te nemen; daarom ware het beter, indien men dit onderzoek door wilde zetten, een geheel nieuwe proef te organiseren.

Ook na deze metingen en overwegingen behoeven we aan onze

1) Hoewel de *fig. O* en P bij elkaar hooren, werd *fig. P* niet bij de andere *fig.* geplaatst doch op blz. 164.

Figuur P.



uitspraak van blz. 156, dat de hydrologische beoordeeling niet gunstig uitgevallen is, niets te veranderen. Inderdaad is het een groote tegenval geweest, dat we het aantal liters, dat de perceelen als drainwater afstaan, niet zuiver leerden kennen; de berekening der verliezen in het drainwater is daardoor niet mogelijk geworden; wel kan men die literhoeveelheden aan de hand van onze cijfers schatten, — en zoo'n schatting heeft door het cijfermateriaal eene hooge waarde, zooals we later zullen zien, — maar exacter ware het geweest, wanneer de cijfers een juist beeld van den ontwateringstoestand gegeven hadden.

Waren de onverwachte afwijkingen, die we vaststelden in den loop van het onderzoek, een tegenslag, ze hebben echter het voordeel opgeleverd enerzijds, dat ze een leerzaam inzicht gaven in de hydrologische gesteldheid van een veld dat in de algemeene proefveldervaring nog voor de beste en gelijkmatigste gronden doorgaat, anderzijds, dat we in aanraking kwamen met een aantal vraagstukken, waaraan in de praktijk gewoonlijk weinig aandacht geschonken wordt

Wanneer men de *tabellen* I tot en met IX doorbladert, springt het dadelijk in het oog dat des 's zomers slechts bij wijze van uitzondering in de reservoirs drainwater verzameld wordt. Uit het regenoverzicht, dat in *tabel* 16 weergegeven is, blijkt, dat dit niet aan minderen regenval in de zomermaanden toegeschreven kan worden; integendeel deze is in den regel des zomers overvloediger dan des winters.

Tabel 16.
(Regenval 1901—1910.)

	1901.	1902.	1903.	1904.	1905.	1906.	1907.	1908.	1909.	1910.
Januari . . .	—	44	33	35	44	97	23		42	93
Februari . . .	—	19	38	52	32	51	55	90	46	88
Maart . . .	—	41,5	51	27	60	28	28	50		24
April . . .	—	47,5	87	42	60	21	30	28	64	35
Mei . . .	—	67	44	39	15	46	32	64	27	44
Juni . . .	52	28	73	40	44	48	123	61	61	88
Juli . . .	59,5	73	112	57	31	85	41	95	97	110
Augustus . .	43	136	88	40	70	81	30	59	123	20
September . .	28,5	63,5	60	13	80	43	31	52	94	71
October . . .	71	36	126	55	148	46	71	3	67	10
November . .	97,5	18,5	60	85	44	82	36	31	82	111
December . .	69	29,5	25	39	32	43	81	32	109	59
Totaal . .	—	603,5	797	524	660	671	581	565	814	753

Veeleer moet het geweten worden aan het feit, dat des zomers de planten veel water verdampen. In de wintermaanden is door de lage temperatuur de verdamping zeer gering, terwijl ook de wintergewassen weinig verbruiken, vandaar de overvloedige drainwaterafvoer in den winter.

Uit *tabel* 9 bleek reeds dat in verschillende jaren het quantum drainwater zeer verschillend was, dat dit èn met de hoeveelheid regenwater, maar meer nog met de regenverdeling verband houdt, behoeft na het behandelde niet uitvoerig toegelicht te worden.

In *tabel* 17 geven we een overzicht van de drainperiode van perceel 2, omdat we dit uit de grondwaterstandsmetingen als het regelmatigste hebben leeren kennen. In de regelmatigheid van perceel 2 hebben we groot vertrouwen.

Tabel 17.

broek periode

	Aantal malen van lediging der reservoirs.	Opgangen in pct. van het regenwater.	Verzakt en ver- damp in pct. van het regenwater.	Regenval in mm. gedurende de drainperiode.	Aantal draindagen.	Augustus.	September.	October.	November.	December.	Januari.	Februari.	Maart.	April.	Mei.
1901—1902	36	67,—	33,—	277	72	—	—	—	7	30	15.11 8.5	1	—	3.1 3.1	—
1902—1903	9	49,8	50,2	84	19	—	—	—	4	14	10 9	—	9 4	—	—
1903	7	24,—	76,—	131	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1903—1904	43	53,2	46,8	446	70	1	1	24	1.10 1.6	1.6.1 1.4.1	4.1 3.1	20 9	—	—	1.1.1.1 1.1.1.1
1904—1905	14	35,6	64,4	196	24	—	—	—	—	—	4.2 3	1.1.1.1 1.1.1.1	12 5	4 2	—
1905—1906	40	49,4	50,6	400	67	—	—	6	1	4	24 18	26 11	3.2 2.2	—	—
1906—1907	19	68,1	31,9	149	31	—	—	—	—	20*	1 1	7 4	1.1.1 1.1.1	—	—
1907—1908	25	67,7	32,3	229	53	—	—	—	—	17	1.1 1.1	8.11 4.4	14.1 7.1	—	—
1908—1909	10	39,5	60,5	154	14	—	—	—	—	—	1 1	6 5	5 2	1.1 1.1	—
1909—1910	100	82,7	17,3	680	130	1	15.5 13.2	1 1	2 2	16.11 17.12	7.19 4.11	28 22	5.3 3.3	—	—

mm regen

722

635

603

548

741

546

166

545

854

*lebes
draaner*

55711

12.558

9416

166

71.199

20.925

59.120

20.463

46.496

18.233

114.536

In de vijfde kolom is het aantal „draindagen” genoteerd, waaronder we verstaan het aantal dagen gedurende welke de reservoirs vrijwel achtereen (d. w. z. ononderbroken) volloopen. Verliep er tusschen de tijdstippen, waarop de reservoirs volliepen meer dan vier dagen, dan werd deze spanne tijds niet meer in het aantal „draindagen” opgenomen. Deze wijze van berekenen is betrekkelijk willekeurig, doch berust op de ervaring dat, wanneer in vier dagen het reservoir niet volloopt, er eene onderbreking in den toevoer heeft plaats gehad. In de laatste kolommen, die de maanden tot hoofd hebben, is het aantal draindagen over de maanden gespecificeerd; de kleine cursief gedrukte cijfers onder de eerst bedoelde cijfers, geven aan het aantal malen, dat de reservoirs gelegeerd werden. In de tweede kolom is het percentage opgegeven van het regenwater, dat door de buizen van perceel 2 in het reservoir terecht kwam. De andere kolommen behoeven geen toelichting.

Het percentage, dat verzakte of verdampte, kan zeer aanzienlijk zijn, vooral wanneer het aantal draindagen gering, of over een lange periode verdeeld is. Dit is vooral bij vergelijking van de drainjaren 1905—1906 en 1909—1910 duidelijk.

Wel is waar zijn in het eerst genoemde winter-halfjaar een paar lange perioden, van 24 en 26 draindagen voorgekomen, met resp. 18 en 11 putledigingen, maar aanhoudender hebben de drainbuizen water afgevoerd in het winter-halfjaar 1909—1910; eene oppervlakkige blik op *tabel IX* bevestigt deze opmerking dadelijk.

De *tabel 17* zal nog herhaaldelijk bij de berekening der stikstof en kalkverliezen te pas komen; daarom zullen we van uitvoerige beschouwing afstappen.

HOOFDSTUK III.

De cultuur. De stikstofgehalten van het drainwater.

In *tabel 18* (zie blz. 168) is een overzicht van de cultuur gedurende de proefjaren gegeven¹⁾; de tabel behoeft geen nadere verklaring. De bebouwing is geheel normaal geweest en wijkt niet af van de vruchtwisseling, welke in de praktijk gebruikelijk is. Was het aanvankelijk de bedoeling op den door DÉHÉRAIN ingeslagen weg voort te gaan, — zij het ook op bescheidener schaal, — en de 6 veldjes verschillend te bebouwen, dit plan moest wegens de groote ongelijkheid der drainage-werkzaamheid opgegeven worden.

Beter kwam het aanvankelijk DR. SJOLLEMA, en later aan ons voor, de perceelen alle gelijk te bebouwen en na te gaan, of de resultaten over eenige jaren genomen, aanwijzing zouden geven, hoe we eventueel differentiaties in de behandeling der perceelen konden aanbrengen.

¹⁾ De analyse der oogsten is in *tabel 18a* afgedrukt; aan deze tabel zijn enkele gegevens voor de volgende hoofdstukken ontleend.

Tabel 18.

Cultuurplan.

Jaar.	G E W A S.	Grondbewerking.	Bemesting per H.A. berekend in K.G.	Opbrengst in K.G.		Opmerkingen.
				Zaad.	H.A. Stroo.	
1901—1902	Karwij (erwten voor- vrucht.) Gesneden 11 Juli.	2 maal met de paardehak, 3 keer gewied.	600 Ammoniaksuper. 200 Chili.	850	2 700	Lage opbrengst.
1902—1903	Karwij. Gesneden begin Juli.	In het najaar eenige malen gehakt en later aange- ploegd, in het voorjaar 2 maal met de paardehak.	Half Maarten einde Mrt. 600 Ammoniaksuper. 200 Chili in begin en einde Maart.	800	2 500	In den voorzomer stond het gewas er goed voor. Tegen het afbloeten bleek echter de karwij in hoogmate zieklijk (verslag), zoo- dat per slotte een schra- le oogst werd ge- wonnen.
1903—1904	Van 10 Juli—26 Sept. wikken, ondergeploegd en wintergerst inge- zaaid.	Karwij-stoppe! 2 maal ge- ploegd en geëgd, op 26 Sept. wikken onderge- ploegd en gerstingezaaid, welke geschoffeld en ge- hakt werd.	Geen.	4 500	6 000	
1904—1905	Braak. Haver; 21 April gezaaid half Aug. gezien.	Stoppe! 3 maal geploegd en 2 maal geëgd; haver 2 maal geschoffeld.	500 Super { in Maart. 225 Chili	3 290	3 950	
1905—1906	Braak. Vlas en klaver. (12 April). Vlas getrokken op 8 Juli.	Haverstoppe! 3 maal ge- ploegd en geëgd; in het voorjaar gewied.	600 Thomasmeel. 200 Chili.	300	4 750 vlas 300 (knop en blad.)	
1906—1907	Klaver, geweid Door 1 paard, 2 koeien. 4 schapen gemid- deld.	Geen.	600 Thomasmeel.	—	—	
1907—1908	"	"	Geen.	—	—	
1908—1909	Koolzaad.	Klaver omgeploegd 15 Aug. 3 maal behakt, 1 maal aangeploegd; in het voor- jaar geëgd en gehakt. Koolstoppe! 3 maal geculti- veerd en geëgd, 1 maal geploegd, voorjaarsgerst met de hand behakt.	100 Chili.	3 000	6 000	
1909—1910	Wintergerst op 29 Sept. Perc. 2 en 5 braak en zomergerst.		20 000 K.G. stalmest in September 1909.	3 770 2 700	4 600 3 900	Wintergerst. Zomergerst.

Tabel 18a. Samenstelling van den oogst.

	Gewas.	Opbrengst. K.G./H.A.			Gehalten in procenten.				Onttrokken aan het land. K G. per H.A			
		Zaad.	Stroo en kaf.		Stikstof.	Kalk.	Kali.	Phos- phor- zuur.	Stikstof.	Kalk.	Kali.	Phos- phor- zuur.
1901—1902	Karwij.	850	2700	Zaad. Stroo. Kaf.	2,2 0,96 1,48	1,47 3,48 4,50	1,48 1,50 1,03	1,27 0,51 0,70	45,2	111,3	17,5	26,6
1902—1903	"	800	2500	Zaad. Stroo. Kaf.	2,86 0,72 2,06	1,40 1,94 3,80	1,25 0,45 0,69	1,26 0,24 0,82	44,3	64,4	21,8	17,6
1903—1904	Wintergerst.	4500	6000	Zaad. Stroo. Kaf.	1,56 0,47 0,74	0,12 0,52 0,72	0,62 0,67 0,89	0,80 0,14 0,25	100,85	38,15	70,5	45,7
1904—1905	Haver.	3290	3950	Zaad. Stroo. Kaf.	1,95 0,35 1,—	0,16 0,46 0,64	0,57 1,34 0,60	0,89 0,23 0,46	86,2	24,4	68,1	39,5
1905—1906	Vlas.	300	5050	Zaad. Vlas. Knop.	3,7 0,59 1,43	0,50 0,70 1,86	1,20 0,70 1,55	1,71 0,40 0,77	43,4	40,3	41,5	26,4
1906—1907	Klaver.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1907—1908	"	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1908—1909	Koo'zaad.	3000	6000	Zaad. Stroo. Doppen.	3,22 0,67 0,91	0,61 2,13 4,13	0,67 0,96 1,58	1,38 0,15 0,34	141,6	186,1	90,2	55,1
1909—1910	Wintergerst.	3770	4600	Zaad. Stroo. Kaf.	1,17 0,50 0,85	0,12 0,59 0,44	0,27 1,23 0,60	0,71 0,32 0,29	68,6	30,7	63,—	41,3
	Zomergerst.	2700	3900	Zaad.	1,56	0,13	0,61	0,88				

Bij de bespreking der stikstofhuishouding zal het oogstresultaat beter behandeld kunnen worden, dan voor de mededeeling der drainwater-analysen. We stellen dus dit tot later uit.

Nadat het water in de volle reservoirs gepeild was, werd het er uitgepompt en langs een goot, waarin aan de onderzijde een gaatje geboord was, in de sloot geleid. Juist onder het gaatje werd een flesch van 5 Liter inhoud geplaatst, die tijdens het uitpompen vol liep; op deze wijze werd een gemiddeld monster verkregen. De flesch was van te voren voorzien van eene geringe hoeveelheid chloroform om eventueele denitrificatie tegen te gaan. Van elk perceel werd een monster van 5 L. ter analyse naar het Rijkslandbouwproefstation in Groningen verzonden.

Voor denitrificatie in de reservoirs behoeft men niet bevreesd te zijn, vooral in de koude jaargetijden, wanneer het meeste water verzameld wordt. We konden dit aantoonen, toen we water, dat gedurende 4 weken in een soortgelijk drainreservoir bij het proefstation elke week onderzochten; we vonden:

1ste week	9,5 mgr.	nitraatstikstof per Liter			
2de "	8,9 "	"	"	"	"
3de "	9,4 "	"	"	"	"
4de "	9,3 "	"	"	"	"

Omdat in verwarmde lokalen 's winters, of in de zomertemperatuur eene denitrificatie wel te verwachten is, werd aan de monsters flesschen chloroform toegevoegd, dat later door een rolletje koper-gaas vervangen werd. Dit laatste middel om denitrificatie tegen te gaan is wel zoo eenvoudig en inderdaad geheel afdoende; hetgeen uit onderstaand overzicht blijken kan.

Drainw. I	toegevoegd 0,01 pCt. CuSO_4	bevatte 3 December 1906	7,4 mgr. p. Liter.
		den 28 Juni 1907	7,4 " " "
" II	" 0,003 pCt. CuSO_4	bevatte 3 December 1906	10 " " "
		den 28 Juni 1907	8,4 " " "
" III	" <i>een kopergaasje</i>	bevatte 3 December 1906	11 " " "
		den 28 Juni 1907	10,7 " " "
" IV	" 0,007 pCt. Sublumaat	bevatte 3 December 1906	11,6 " " "
		den 28 Juni 1907	9,3 " " "
" V	" niets	bevatte 3 December 1906	7,6 " " "
		den 28 Juni 1907	3,6 " " "

In den wintertijd met de noodige voorzorgen in acht genomen, is denitrificatie uitgesloten.

In verhouding tot de hoeveelheid water, welke in het drainreservoir aangetroffen werd, wordt bij elke lediging van elk monster eene kleine hoeveelheid in een kruik gestort; aan het einde van ieder drain-halfjaar wordt het aldus verzamelde water, dat een gemiddelde vertegenwoordigt van het totale quantum, op kalk en kali geanalyseerd.

Voor de nitraatstikstofbepaling werd van elk monster een Liter ingedampt, voorzien van een mespunt magnesium oxyde, om mogelijk zure invloeden te neutraliseeren, teneinde van het nitraat niets te verliezen. Het residu werd met sterk zoutzuur van 25 pCt. in een kolf gespoeld (door een vultrechter), waarin een mengsel van zoutzuur en ferrochloride op kooktemperatuur gebracht is; door een afvoerbuis, welke in een waterbak onder een met water gevulde eudiometerbuis voert, wordt het in de kolf gevormde stikstofoxyde naar den eudiometer geleid. De stikstofbepaling geschiedde dus volgens de methode van SCHLÖSING. Zonder verder op de methode in te gaan, omdat daarover elders door Mej. HUIZINGA bericht zal worden, moet medegedeeld worden, dat de manipulatie in 't bijzonder de volgende zorgen vereischt:

- 1°. mag niet heftig gekookt worden,
- 2°. moet voor het bijvullen en inspoelen van de indamprest uitgekookt zoutzuur gebruikt worden,
- 3°. moet voor de vergelijking van de uit het drainwaterresidu ontwikkeld stikstofoxyde, eene hoeveelheid zuiver kali- of natronsalpeter genomen worden, die niet veel van het quantum dat in het drainwater voorkomt, verschillen mag.

Omdat het drainwater vrij veel koolzuur bevat en met magnesiumoxyde ingedampt werd, is de indamprest sterk koolzuurhoudend, zoodat behalve het NO, ook een weinig CO₂ opgevangen wordt, dat in het sterk zure water van de eudiometerbuis niet opgelost wordt.

Daarom moet het opgevangen gas in de door met een gummistop gesloten eudiometerbuis, ¹⁾ door een weinig natronloog gezuiverd worden. Hiertoe wordt voor het sluiten in de buis een stukje natronhydroxyde gebracht.

Deze zuivering vereischt alle zorg; men mag vooral niet het gas te lang met de alkalische oplossing schudden, doch moet vlug, de buis weder onder water brengen, openen en het gasvolume aflezen; want het blijkt, dat een weinig NO (vooral bij lang schudden) in de loog oplost. Wanneer nu de standaardoplossing waarmede het drainwater vergeleken wordt, een nagenoeg even groote volume NO levert, is de fout in beide eudiometerbuizen even groot en heeft op het resultaat der gehalteberekening weinig invloed. Niettemin is de methode daardoor lastig en blijft een bron voor fouten; vooral wanneer de nitraatstikstofgehalten zeer gering zijn, zooals bij regenwater.

We hebben daarom Mejuffrouw HUIZINGA verzocht, de gevolgde methode grondig te herzien, en na te gaan, hoe of de ondervonden bezwaren overwonnen kunnen worden.

Mejuffrouw HUIZINGA is daarin geslaagd; in een artikel, dat elders ²⁾

1) De buis moet natuurlijk onder water gesloten worden.

2) In het Chemisch Weekblad, in een der Nov.- of Dec.-afleveringen 1911.

verschijnen zal, heeft ze hare bevindingen gerapporteerd; we verwijzen daarheen en geven alleen de thans gevolgde verbeterde methode hier weder.

1 L. drainwater wordt in een kolf even opgekookt om het koolzuur te verdrijven, daarna een weinig kaliloog toegevoegd (phenolptoleïn als indicator!), en ten slotte wordt, wanneer de vloeistof in een schaal tot op 20 cc ingedampt is, 2 cc verdund azijnzuur (van 10 pCt.) toegevoegd en daarna ingedampt, tot bijna alle azijnzuur verdwenen is. De indamprest wordt in het Schlösing-toestel met de gewone voorzorgen gebracht en uitgekookt. Het schudden met $NaOH$ blijft achterwege.

Tot zoover het analytische deel van dit onderwerp.

In tabel 19 zijn de jaargemiddelden der gehalten voor elk perceel genoteerd er werd bovendien het gemiddelde over de 10 drainperioden berekend benevens de gemiddelden van *alle* perceelen in elke drainperiode. De cijfers beteekenen mgr. nitraatstikstof per Liter.

Tabel 19.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	Gemiddelde der perceelen.
1901—1902	11,1	11,1	19,1	6,9	9,3	9,1	9,5 ¹⁾
1902—1903	10,6	8,9	19,7	8,3	11,7	10,5	10,— ¹⁾
1903 (zomer)	8,8	6,1	13,3	5,9	9,1	7,9	7,6 ¹⁾
1903—1904	11,7	9,3	12,1	9,5	10,8	11,8	10,5
1904—1905	10,2	9,5	9,6	9,—	10,—	11,9	10,—
1905—1906	8,7	6,—	7,4	6,4	7,1	6,6	7,—
1906—1907	6,8	7,2	7,9	7,7	6,8	7,8	7,4
1907—1908	9,2	7,6	7,9	8,2	7,7	7,—	7,8
1908—1909	20,—	16,5	16,7	18,8	16,3	13,8	17,—
1909—1910	13,6	11,9	13,4	11,2	14,2	11,4	12,6
Gemiddeld	11,4	9,7	12,3	9,1	10,9	10,—	
Gem. zonder 1901—1903.	11,5	9,7	10,7	10,1	10,4	9,9	

Het springt dadelijk in het oog, dat van 1901—1903 perceel 3 een *veel* hooger gehalte heeft dan de overige perceelen. In het eerste jaar is de onderlinge overeenkomst niet groot. Het water van 4 met een jaargemiddelde van 6,9 mgr., bevat 4,2 mgr. minder dan dat van 1 of 2, d. i. 68,7 pCt. minder dan het gehalte van 4 zelf en 37,8 pCt. op dat van 1 en 2 berekend. Dat 3 zoo'n hoog gehalte heeft, kan met veel waarschijnlijkheid verklaard worden door het feit, dat in 1901 de drainbuizen op dit perceel opgegraven werden, waardoor de grond losser werd.

¹⁾ Gemiddeld van 1, 2, 4, 5 en 6.

Immers, DÉHÉRAIN vond de stikstofverliezen op bewerkt braak land grooter dan op onbewerkt land. Bovendien zien we in de volgende jaren het gehalte bij 3 dalen en gelijk worden aan dat der andere perceelen.

In de praktijk is het bekend, dat op pas gedraineerd land het gewas boven de drainbuizen extra fleurig groeit en een donkere kleur krijgt, zooals dit bij goede stikstofvoeding het geval is.

Dit laatste verschijnsel laat zich dan uit eene betere nitrificatie in den omgewerkten grond verklaren.

Ook in andere jaren treft men de ongelijkheid in het stikstofgehalte aan. Opmerkelijk is het, dat het gehalte van 4 alleen in de perioden 1906—1907, 1907—1908 en 1908—1909 boven het gemiddelde gaat; in de andere jaren is het er beneden.

Oppervlakkig geoordeeld zou men dit kunnen toeschrijven aan het feit, dat 4 doorlopend meer water geeft dan de andere perceelen onder gelijktijdige aannahme, dat elk perceel een bepaalde hoeveelheid stikstof te verliezen had. Dat deze conclusie niet juist kan zijn, behoeft na de uitvoerige bespreking der hydrologische gesteldheid amper uiteengezet te worden; want toch: 4 ontvangt ook van het achterliggende terrein water, en er komt van het drainwater een niet onbelangrijk deel door verzakking *niet* in de drainreservoirs terecht. Dit laatste deel zal bij de verschillende perceelen verschillend zijn; het is bovendien onbekend.

We zijn eerder geneigd de gehalteverschillen aan zoogenaamde ongelijkheid in het land toe te schrijven, zonder nadere omschrijving dier ongelijkheid. Alleen kan er de nadruk op gelegd worden dat, hoe regelmatig die afwijking optreedt, hoe eerder aan een systematisch en hoe minder aan een toevallig verschil gedacht kan worden.

Omdat de gehalten van 3 in 1901—1903 zoo abnormaal hoog waren, hebben we nog het gemiddelde berekend van 1903—1910.

Perceel 1 geeft water met het hoogste gehalte; overigens is de ongelijkheid van deze gemiddelde cijfers niet zoo groot als bij degenen, waaruit ze berekend waren.

Belangrijker is het na te gaan of er ook verschillen in de gemiddelde jaargehalten zijn; deze zijn inderdaad aanwezig. De jaargemiddelden van 1901—1902 en 1902—1903 wijken praktisch gesproken niet van elkaar af (9,5 en 10).

In April en Mei van 1903 is het gehalte *lager* (7,6 mgr.), hetgeen zeker aan de groeiwerkzaamheid van de jonge karwij toegeschreven kan worden. Dat in 1903—1904 het jaargemiddelde niet hooger is, dan dat der voorgaande jaren, moet oppervlakkig verwonderen, omdat van af midden Juli tot 26 September er wikken op het land gegroeid zijn en deze den bodem aan stikstof verrijkt moeten hebben. Den 26en September werden de wikken ondergeploegd en werd wintergerst gezaaid; heeft deze zooveel stikstof opgenomen? Het na-

jaar van 1903 is voor de beantwoording van deze vraag buitengewoon gunstig geweest, omdat (zie tabel III of 16) reeds vroeg in het najaar, in Augustus, September, October en November drainwater opgevangen wordt. Inderdaad is dit stikstofarmer, dan dat in de koudere maanden verzameld werd. De perceel-gemiddelden toonen dit aan. Zie tabel 20.

Tabel 20.

(Milligrammen nitraatstikstof per Liter 1903—1904).

Datum. 1903.	Gemiddeld.	Datum 1903.	Gemiddeld	Datum 1904.	Gemiddeld.
7 Augustus	7,3	26 October		18 Januari	12,9
16 September	5,8	29 "	9,1	19 "	
6 October		3 November	8,8	21 "	13,6
7 "	7,4	21 "	8,8	26 "	12,9
8 "		23 "		10 Februari	
9 "	7,6	25 "	10,2	12 "	16,2
10 "		26 "		15 "	
12 "	9,2	28 "	10,3	17 "	14,7
13 "	9,2	30 "		20 "	
15 "		2 December	11,—	22 "	13,9
16 "	9,5	7 "	10,8	23 "	
19 "		10 "		25 "	14,2
20 "	9,5	11 "	10,8	29 "	
22 "		12 "	12,9		
24 "	9,4	18 "	8,—		

In Augustus wordt water opgevangen van een gehalte van 7,3 mgr. per L., in September van 5,8 mgr., in October is het weder tot 7,4 gestegen en in weerwil van de verwachting, dat hoe lager de temperatuur is, hoe minder intensief de nitrificatie verloopt, zien we de gehalten tot in Februari langzaam aan *stijgen*. Dit wijst er op, dat de wintergerst in den aanvang niet onaanzienlijke hoeveelheden stikstof opgenomen heeft, hetgeen met DÉHÉRAINS resultaten volkomen klopt. Dat in September de wikken zelf nog stikstof opnemen, mag uit het lage gehalte opgemaakt worden.

De gemiddelde temperaturen zijn in de drainmaanden de volgende geweest (tabel 21.)

Tabel 21.

Maanden. 1903—1904.	Gemid- delde tempera- tuur.	Gemid- delde der minima.	Gemid- delde der maxima.
Augustus. . .	15,8	11,3	19,1
September . .	15,—	9,7	19,1
October . . .	10,8	7,8	14,1
November. . .	5,6	2,6	8,7
December. . .	1,—	— 1,—	2,2
Januari . . .	0,8	— 2,2	2,4
Februari . . .	2,7	0,1	4,9

Zelfs de vorst in Januari en de lage minima in December hebben niet belet, dat de nitrificatie intensiever werd.

De gehaltcijfers in het semester 1901—1902 zijn niet constant geweest. (Tabel 22). Den 22en November, de eerste maal dat de buizen water geven, is het gehalte hoog, hetgeen aan invloed van de voorvrucht, n.l. de erwten, toegeschreven kan worden.

Tabel 22.

(Milligrammen nitraatstikstof per Liter).

Datum. 1901.	Gemiddeld.	Datum. 1901—1902.	Gemiddeld.	Datum. 1902.	Gemiddeld.
22 November	13,7	24 December	9,7	24 Januari	9,8
23 „	9,9	27 „		28 „	
25 „	7,8	28 „	9,5	30 „	9,—
28 „	7,4	31 „		1 Februari	
2 December	7,5	2 Januari	9,4	15 „	9,—
6 „	8,1	3 „		7 April	
9 „	8,8	4 „	9,4	8 „	14,1
10 „	9,—	6 „		9 „	
11 „	9,8	7 „	9,5	16 „	11,2
12 „		9 „			
13 „	8,9	11 „	8,3		
14 „		14 „			
16 „	8,6	20 „	8,1		
18 „					

Inmiddels zal de jonge karwij in September en October reeds heel wat stikstof opgenomen hebben. Aan de lagere gehalten in November kan men dat nog zien. Evenmin als in het semester 1902—1903 gaat in den winter het gehalte achteruit, ondanks het feit, dat in dien tijd de temperatuur niet gunstig voor de nitrificatie zijn kan.

De temperaturen waren: (zie tabel 23.)

Tabel 23.

1901—1902.	Gemiddelde tem- peratuur.	Gemiddelde minima.	Gemiddelde maxima.
November . .	5,2	1,4	8,2
December . .	2,3	— 0,2	4,3
Januari . . .	4,5	2,1	6,6
Februari . . .	— 0,6	— 4,4	2,1
Maart	5,3	0,8	8,9
April	8,7	3,2	12,5

In de maand April is het gehalte aanzienlijk gestegen. Zeer waarschijnlijk is de stikstofbemesting, die half- en einde Maart gegeven werd in den vorm van ammoniak-super (25 K.G. stikstof) en chilisalpeter (29 K.G. stikstof) of ook wel de hoge temperatuur schuld daaraan.

In het semester 1902—1903 wordt slechts negen malen water opgevangen (tabel 24). In de tien draindagen in Januari is het gehalte dalende, wat mogelijk aan eene stikstof-ophooping vóór dien tijd toe te schrijven is, al zijn voor deze aanname geene directe gronden aanwezig.

Tabel 24.

(Milligrammen nitraatstikstof per Liter).

Datum. 1903.	Gemiddeld.	Datum. 1903.	Gemiddeld.	Datum. 1903.	Gemiddeld.
5 Januari	12,7	6 Maart		29 April	
7 „		9 „	8,9	2 Mei	7,3
8 „	12,1	13 „	8,5	7 „	
10 „		25 April		11 „	7,5
14 „	9,4	27 „	7,7	15 „	7,5
5 Maart	8,3				

Ook in Maart zijn de gehalten lager dan in Januari, doch ze blijven constant. Lager is het gehalte weder in April, wat des te opmerkelijker is, omdat het in April 1902, toen er ook karwij groeide, dubbel zoo hoog was, terwijl toen, evenals nu, evenveel stikstof en in denzelfden vorm in Maart op het land gebracht werd.

Nam de karwij meer stikstof op in 1903?

De analyse van het gewas kan daarop moeilijk antwoord geven. De samenstelling was:

	Zaad.	Stroo.	Kaf.
1902 . . .	2,22 pCt.	0,96 pCt.	1,48 pCt. stikstof.
1903 . . .	2,86 „	0,72 „	2,06 „ „

De opbrengsten waren nagenoeg gelijk (tabel 18); aan het land werd onttrokken:

1902 45,2 K.G. stikstof (p. H.A.)

1903 44,3 „ „ („ „)

Totaal heeft de karwij in 1903 niet meer aan het land onttrokken dan in 1902. Mogelijk is het gewas toen in April toch stikstofrijker geweest;¹⁾ hoewel het toch na kennisname van deze cijfers waarschijnlijk is, dat in April 1902 nog „erwtstikstof” van 1901 gemobiliseerd werd.

Tabel 25 geeft een overzicht der temperaturen in Jan.—Mei 1903.

Tabel 25.

1903.	Gemiddelde tem- peratuur.	Gemiddelde minima.	Gemiddelde maxima.
Januari . .	4,1	— 1,—	2,2
Februari . .	7,9	1,6	5,3
Maart . . .	11,3	2,5	7,4
April . . .	8,9	2,—	6,1
Mei	17,6	7,9	14,1

Het vochtige winterhalfjaar 1903—1904 werd reeds besproken. Het zal nu na de bespreking der voorgaande jaren 1901—1902 en 1902—1903 meer indruk maken hoe eigenaardig het is, dat het stikstofgehalte gedurende de drainperiode tot op het dubbele van den aanvang kan stijgen. Dat het stikstofkapi-

taal der wikkenbemesting toen sterk aangesproken werd, behoeft nog even vermelding.

In den winter van 1904—1905 heeft het land na den gerstoogst braak gelegen. De buizen gaven niet vóór Januari 1905 water. Er is in dit drain-semester weder de neiging aanwezig van het hooger worden van de gehalten (zie tabel 26).

Uit de voorvrucht is deze stijging moeilijk te verklaren, of het moest al zijn, dat de gerstestoppel, nu de regenval overvloediger was, voor de nitrificatie toegankelijker werd.

Tabel 26.

Datum.	Gemiddeld.	Datum.	Gemiddeld.
11 Januari	7,7	11 Maart	10,8
12 „	7,3	13 „	
14 „	7,8	16 „	
6 Februari	9,7	20 „	11,3
13 „	10,6	22 „	
17 „	10,8	12 April	12,6
22 „	9,3	15 „	11,6

¹⁾ Het gewas 1903 stond er in den voorzomer bevredigend voor. Tegen het afbloeien toonde de karwij ziekelijkheid (verslag) in zorgelijken graad. Het is daarom misschien mogelijk, dat de stikstofopname meer heeft bedragen, dan blijkens de analyses is vast gesteld. Voor het oogsten waren vele stengels uitgeteerd en hadden veel bladmassa verloren.

Te Rothamsted heeft men de ervaring opgedaan, dat in Maart de gehalten op onbebouwd land eene geringe stijging ondergaan. Hebben we hier met het zelfde verschijnsel te doen, of moet de stijging der gehalten aan de late drainperiode toegeschreven worden?

Tabel 27.

1904—1905.	Gemiddelde tempe- ratuur.	Gemiddelde minima.	Gemiddelde maxima.
December. . . .	4.4	1.4	6.7
Januari.	1.1	— 2.7	3.3
Februari.	3.1	0.1	5.8
Maart.	5.8	1.8	8.9
April.	6.8	2.1	10.—

Tabel 27 geeft de gemiddelde temperaturen der drainmaanden aan.

In 1905 was haver verbouwd; de haverstoppel werd driemaal geploegd en daartusschen geëgd.

Tijdens den winter lag het land braak.

In tegenstelling met de vorige jaren zien we hier de gehalten dalen (tabel 28);

deze daling is betrekkelijk onaanzienlijk, doch duidelijk vastgesteld; ze is in strijd met de ervaring te Rothamsted, waar op onbebouwd land in het late najaar juist eene stijging plaats heeft; mogelijk is het hoogere gehalte op 29 November, n.l. 8,5 mgr. tegen 7,7 mgr. op 25 October, nog eene zwakke aanwijzing.

Was de haverstoppel stikstofarmer dan de gerstestoppel? of had de haver oogst zooveel stikstof aan den bodem onttrokken, dat er een „tekort” ging ontstaan?

De gerst had in den oogst weggevoerd 100,85 K.G. stikstof, de haver 80,2 K.G.; inderdaad aanzienlijke hoeveelheden. De gerst was met 54 K.G. stikstof en de haver met 35 K.G. bemest, zoodat de bodem (behalve wat in het drainwater afgevoerd werd), door die cultuur, 92,05 K.G. aan stikstof verloor. Deze verliezen hebben betrekking op de Hektare. Het schijnt gerechtvaardigd om bij het dalen der gehalten in 1905—1906, aan uitputting der nitrificabele massa te gaan denken, na kennisname van deze cijfers.

Tabel 28.

(Milligrammen nitraatstikstof per Liter.)

Datum.	Gemiddeld.	Datum.	Gemiddeld.	Datum.	Gemiddeld.
1905—1906.		17—18 Januari	7.2	8 Februari	6.6
25 October	7.7	19 „	8.1	12 „	6.1
28 „	8.1	19—20 „	7.8	13 „	6.8
31 „	8.5	20 „	7.2	16 „	6.3
29 November	7.4	21 „	6.—	19 „	6.3
11 December	7.8	22 „	6.—	20 „	6.1
14 „	8.—	22—23 „	6.—	22 „	6.—
8 Januari.	7.3	24 „	6.4	26 „	6.3
9 „	7.3	27 „	6.1	28 „	6.1
11 „	7.8	30 „	6.1	3 en 5 Maart	6.1
13 „	7.8	30, 31 „	6.4	17 „	6.1
13 „	7.8	en 1 Februari	6.4	19 „	6.1
15 „	7.8	3 Februari	6.4		
16 „	7.8	5 „	6.4		

Tabel 29.

1905—1906.	Gemiddelde temperatuur.	Gemiddelde der minima.	Gemiddelde der maxima.
October. . . .	6,8	3,2	10,4
November . .	3,9	0,7	7,2
December . .	2,4	— 0,5	4,9
Januari . . .	3,—	0,1	5,2
Februari . . .	2,4	0,2	4,8
Maart.	3,7	0,4	6,2

Tabel 29, die de gemiddelde temperaturen der drainmaanden aangeeft, doet zien, hoe koud de wintermaanden geweest zijn; dat aan deze lage temperaturen het dalend nitraatstikstofgehalte van het drainwater niet mag toegeschreven worden, zal behalve uit de besproken jaren, uit de cijfers van het wintersemester 1909—1910 blijken.

In het voorjaar 1906 was lijnzaad en klaver gezaaid. De klaver kwam goed op en groeide na het trekken van het vlas bevredigend, terwijl ze in den winter 1906—1907 niet geleden heeft. Het drainjaar 1906—1907 is niet vochtig geweest; 19 malen werden de reservoirs ledig gepompt. Evenals in 1905—1906 is er in de gehalten eene daling waar te nemen. (tabel 30).

Tabel 30.

(Milligrammen nitraatstikstof per Liter).

Datum.	Gemiddeld.	Datum.	Gemiddeld.	Datum.	Gemiddeld.
1906—1907.		13 December		25 Februari	
1 December.	8,4	13 "	8,3	27 "	6,9
3 "	9,6	15 "		5 Maart.	6,2
5 "		17 "	7,5	13 "	
7 "	8,6	19 "	6,8	18 "	6,1
9 "		4 Januari	5,5		
11 "	8,2	21 Februari			
		23 "	6,2		

Eene daling in het stikstofgehalte in de wintermaanden zal, zooals te Rothamsted gevonden werd, mogelijk zijn, wanneer de grond aan stikstof-uitputting lijdt, doch niet, wanneer er voldoende nitrificabel stoff in den grond aanwezig is, — zooals in den winter van 1903—1904 bleek — en in 1909—1910 zeer demonstratief plaats vond.

Dat het bodemstikstof-kapitaal door klaververbouw weder verrijkt moest worden, is misschien uit de cijfers op te maken. De temperaturen waren in December, Januari en Februari laag en in Maart, toen de gehalten het laagst waren, lag de temperatuur boven die der vorige maanden (tabel 31).

Tabel 31.

1906—1907.	Gemiddelde tempera- tuur.	Gemiddelde minima.	Gemiddelde maxima.
November .	7,9	5,2	10,—
December .	— 0,1	— 3,—	2,6
Januari . .	1,8	— 1,4	4,1
Februari . .	0,8	— 2,8	2,9
Maart . . .	4,8	0,1	8,2

Gedurende 1907 werd de klaver door paarden, koeien en schapen geweid; ¹⁾ er werd dus met organischen mest gemest; hoewel daardoor geene nieuwe bestanddeelen op het land kwamen. Op den kringloop van de stikstof heeft dit beslist invloed gehad.

Er werd zorg voor gedragen, dat de mest zoo gelijkmatig mogelijk over het land verdeeld werd. Het jaargemiddelde van het semester 1907—1908 is niet of slechts weinig hooger dan, dat van het vorige (tabel 32); de stikstof van den mest is dus *niet* uitgespoeld. Voor de vrees van uitspoeling bestonden wel eenige redenen, omdat immers de stikstof van de plant in het dierlijk lichaam in eene gemakkelijk nitrificabele massa overgebracht wordt, die later in de faecaliën op het land komt.

Tabel 32.

(Milligrammen nitraatstikstof per Liter).

Datum.	Gemiddeld.	Datum.	Gemiddeld.	Datum.	Gemiddeld.
1907—1908.		30 Januari	8,3	7 Maart	8,4
12 December	7,1	3 Februari		9 "	
16 "	7,7	6 "	8,3	10 "	8,3
18 "	7,9	8 "	7,8	12 "	
21 "		17 "	7,2	13 "	8,7
23 "	7,5	21 "	7,6	14, 16 Maart	7,8
24 "		24 "	8,4	31 Maart	7,6
27 en 28 Dec.	7,7	27 "	7,7		
18 Januari	7,7	3 Maart			
		4 "	8,5		

Tabel 33.

1907—1908.	Gemiddelde tempera- tuur.	Gemiddelde minima.	Gemiddelde maxima.
November .	4,8	1,5	7,9
December .	3,2	0,5	5,7
Januari . .	— 0,2	— 3,5	2,4
Februari . .	3,6	0,5	6,2
Maart . . .	3,9	0,1	6,7

In December, Januari, Februari en Maart is het vooral koud geweest. (tabel 33).

Einde Augustus 1908 wordt de klaverzode, na aanhoudend beweide te zijn, gescheurd en ondergeploegd; koolzaad

wordt ingezaaid, en wanneer het opgekomen is, driemaal behakt; de grond is dus uitstekend bewerkt.

¹⁾ Het land werd niet regelmatig beweide, doch gemiddeld berekend, door 1 paard, 2 koeien en 4 schapen.

Het winterhalfjaar 1908—1909 heeft zich door buitengewone droogte gekenmerkt. Eerst half Januari wordt drainwater opgevangen.

Ondanks het feit, dat de koolplanten tegen den oogsttijd flink ontwikkeld zijn ¹⁾, dus veel stikstof opgenomen zullen hebben, zijn de gehalten van het drainwater buitengewoon hoog. (tabel 34).

Dat het koolzaad van de groote hoeveelheid stikstof geprofiteerd zal kunnen hebben, behoeft geen betoog.

Opmerkelijk is het, dat de klaverstikstof, waarvan toch een gedeelte in den mest der weidende dieren gemobiliseerd was, *eerst voor nitrificatie beschikbaar komt, wanneer de zode gescheurd is.*

Het gemiddelde gehalte van dit winterhalfjaar is dubbel zoo hoog als van het vorige, dat *niet* boven het gemiddelde der daaraan voorafgaande jaren gaat.

Tabel 34.

(Milligrammen nitraatstikstof per Liter.)

Datum.	Gemiddeld.	Datum.	Gemiddeld.	Datum.	Gemiddeld.
1908—1909.					
18 Januari	15,8	9 Februari	17,8	12 April	17,9
6 Februari		11 „	14,5	13 „	16,4
7 „	17,1	27 Maart	16,5		
8 „		30 „	20,8		

De gehalten schommelen tamelijk sterk.

Van 9—11 Februari is er eene daling waarneembaar.

In Maart is het gehalte weer iets hooger, in April weer lager.

De gehalten der perceelen onderling loopen vrij sterk uiteen. (tabel VIII en 19.) Dat ze meer uiteenloopen dan andere jaren, kan niet gezegd worden, zoodat de ongelijkheid bezwaarlijk aan het weiden kan toegeschreven worden. In tabel 35 zijn de temperaturen genoteerd.

Tabel 35.

1909.	Gemiddelde tem- peratuur.	Gemiddelde minima.	Gemiddelde maxima.
Januari . . .	0,5	— 2,4	3,2
Februari . .	0,2	— 3,0	3,6
Maart	2,1	— 1,3	5,1
April	7,6	3,4	12,8

Het winterkoolzaad heeft de bevredigende opbrengst van 46,5 H.L. gegeven, (per H.A.) en onttrok in dien oogst 141,6 K.G. stikstof, een aanzienlijk quantum!

In het najaar van 1909 werd wintergerst gezaaid,

¹⁾ Er zij hierbij opgemerkt, dat de tegen den winter flink ontwikkelde koolzaadplanten ter nauwernood den zwaren winter zijn doorgeworstd. De planten hebben zich zeer laat uit zijnscheuten moeten ontwikkelen, zoodat de proefveldhouder half Mei nog sterk in overweging nam, om te bouwen. Kort daarna schoot het boven alle verwachting snel op tot een volmaakt gewas. De hooge stikstofgehalten kunnen daarom het gevolg zijn van het onvermogen der afgewinterde koolplanten of althans daardoor beïnvloed zijn.

nadat in September nog stalmest gegeven was, waarin 19 K.G. stikstof (per H.A.) op het land kwam. Perceel 2 en 5 werden *niet* bezaaid maar braak gelaten.

Het winterhalfjaar 1909—1910 is in alle opzichten een hoogst merkwaardig jaar geweest; in de drainperiode viel de ongeloofelijke hoeveelheid van 680 mM. regen, waarvan perceel 2, 559,5 mM. naar de reservoirs afvoerde, of 82,7 pCt.

De regenval was vaak zoo overmatig, dat eenige malen de reservoirs twee keer op één dag leeggepompt moesten worden. (December 1909, Tabel IX).

De perceel-gehalten zijn in den beginne zeer ongelijk; zoo in Augustus en September, n.l. 27 Augustus en 2 September.

1. 2. 3. 4. 5. 6.
16 4 4,2 4,8 9,8 5,9 mgr. nitraat-stikstof per Liter.

Hoewel niet in die mate, blijven de verschillen bestaan tot dat ze in begin December nagenoeg vereffend zijn, nadat in September en November de reservoirs 25-maal geleegd waren. De ongelijkheid in Augustus en September kan *niet* aan de stalbemesting toegeschreven worden, omdat deze toen nog niet op het land gebracht was.

In tabel 36 hebben we de perceel-gehalten van den aanvang af tot half Januari weergegeven, omdat ze demonstreeren, hoe ongelijk deze perceelen (van 3 Are elk) zich ten opzichte van het nitraatgehalte van het drainwater gedragen; perceelen, die zoo gelijkmatig mogelijk bebouwd en bemest zijn geweest. In de praktijk zou een dergelijk stuk grond voor den aanleg van proefveldjes van van allerlei aard, bij voorkeur geschikt geacht worden. Is de veronderstelling gewaagd — vragen we ons af — dat de juistheid der resultaten, b. v. van variëteitsproeven op zoo'n stuk land genomen, op zijn zachtst uitgedrukt, betwijfeld zouden mogen worden?

Tabel 36.

(Mgr. nitraatstikstof per Liter.)

1909—1910.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
27 Aug., 2 Sept.	16,—	4,—	4,2	4,8	9,8	5,9
3, 4 Sept.	14,1	4,6	5,3	5,7	7,9	5,6
4, 6, 7 Sept.	15,8	5,8	8,6	6,—	11,9	4,9
7, 8, 9, 10, 13 Sept.	12,2	6,3	7,9	6,—	10,—	5,—
14, 20, 24 Sept.	9,4	5,6	7,3	4,4	8,6	4,5
30 Oct., 1 Nov.	16,4	6,4	8,2	6,3	15,2	6,8
13, 15, 17, 20 Nov.	14,9	7,6	11,7	7,3	13,4	8,3
24, 26, 27, 29 „	13,—	8,2	12,6	7,8	11,6	8,3
30 Nov., 1, 2, 3 Dec.	15,—	10,3	16,2	9,3	14,1	9,2
4 Dec.	16,6	14,9	20,5	12,3	19,4	13,2
4, 5, 6, 7 Dec.	16,6	14,9	20,5	12,3	19,4	13,2
7, 8, 9, 10, 11 Dec.	16,—	14,9	17,3	12,2	15,5	13,1
13, 15, 20, 23 „	13,3	12,5	14,3	11,2	13,—	12,7
24, 25, 27, 28, 29, 30 Dec.	15,—	15,6	16,7	14,1	16,3	14,4
31 Dec., 1, 3, 4, 6 Jan.	13,3	13,3	13,8	13,3	13,7	12,5
12, 15, 17, 18 Jan.	13,—	13,6	14,1	13,2	14,2	13,4

Aan bepaalde oorzaken kunnen we de onregelmatigheid van deze cijfers niet toeschrijven.

Enkel n^o. 1 heeft een hoog gehalte en blijft ongeveer op die hoogte, de andere zijn laag, doch stijgen tot begin December. Omdat 2 en 5 braak lagen, zou men bij die perceelen een hooger gehalte verwachten, wel is waar is 5 doorlopend hoog, doch 1, dat bebouwd is geweest, was het eveneens, terwijl 2 een *laag* gehalte had.

De stijging van het drainwater-gehalte bij 3 is vrij regelmatig en zou in grafische voorstelling demonstratief die stijging doen uitkomen. Ware het niet dat de perceelen 2 en 5 braak hadden gelegen, we zouden de aanvankelijk lagere stikstofgehalten aan stikstofopname door het wintergewas toeschrijven.

In Januari en Februari gaat een hooger gehalte bij 2 en 5 uitkomen, wanneer we het gemiddelde gehalte van elk perceel in de periode van 19 Januari tot einde Februari berekenen, vinden we de volgende cijfers:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
12,5	13,6	13,1	13,3	14,2	13,2 mgr. p. Liter.

De verschillen zijn gering, doch aanwezig.

Tabel 37.

(Milligrammen nitraatstikstof per Liter).

Datum.	Gemiddeld.	Datum.	Gemiddeld.
1909—1910.		13, 15, 20, 23 Dec.	12,8
		24, 24, 25, 26, 27, 27, 28,	
27 Aug., 2 Sept.	7,5	29, 29, 30 Dec.	15,4
3, 4 Sept.	7,5	31 Dec., 1, 3, 4, 6 Jan. . .	13,3
4, 6, 6, 7 Sept.	8,8	12, 15, 17, 18 Jan.	13,6
7, 8, 9, 10, 13 Sept. . . .	7,9	19, 20, 21 Jan.	14,2
14, 20, 24 Sept.	6,6	22 Jan.	13,7
30 Oct., 1 Nov.	9,9	24, 27, 29, 31 Jan.	13,7
13, 15, 17, 20 Nov.	10,5	1, 2, 3, 4 Febr.	14,4
24, 26, 27, 29 Nov.	10,3	5, 7, 8, 9 „	13,5
30 Nov., 1, 2, 3 Dec. . . .	12,4	10, 11, 12, 14 Febr. . . .	12,9
4 Dec.	16,2	17, 18, 19, 22 „	12,4
4, 5, 6, 6, 7 Dec.	16,2	23, 25, 26, 26, 28, 28 Febr.	12,5
7, 8, 8, 9, 10, 11 Dec. . .	14,8	1, 2, 4, 13, 14, 14 Maart. .	12,6

In tabel 37 zijn de gemiddelde gehalten der zes perceelen weergegeven; uit tabel 36 is voor een deel gebleken, hoe ze samengesteld zijn en welke beteekenis aan de gemiddelde berekening te hechten is. Niettemin is er de stijging tot half December en de daaropvolgende daling, duidelijk in terug te vinden. Het is te begrijpen, dat de stikstof-verliezen in dit winterhalfjaar respectabel geweest zijn, en het is de vraag, of de

stalbemesting in het najaar gerendeerd heeft. Numerisch is gebleken, zooals straks behandeld zal worden, dat die vraag ontkennend beantwoord moet worden, doch ook enkele waarnemingen in de practijk elders geven daar aanleiding toe. Zoo werd b.v. in de Dollardpolders bij eene voor die streken buitengewoon hooge chilibemesting van 1 à 2 balen salpeter ¹⁾, geene bevredigende oogst verkregen, en kwamen eerst die vruchten tot normale productie, welke nog grooter doses hadden ontvangen.

Het kan ons thans interesseeren, de hoeveelheden nitraat-stikstof te leeren kennen, welke in het drainage-water verloren gingen. De juiste gegevens staan ons — het bleek uit hoofdstuk 2 — *niet* ten dienste. Omdat perceel 2, wat de waterafvoer (zie de grondwaterstandslijnen) betreft, tot een der regelmatigste behoort, zullen we de literquantiteiten van dit perceel voor onze berekening gebruiken, terwijl we er aan moeten herinneren, dat men voor elk jaar een bepaalde vermenigvuldigings-factor moet aannemen om tot het *juiste* bedrag van het drainwater te komen. Deze factor zal grooter dan 1 moeten zijn en afhangen van de regenverdeeling van het betreffende jaar. (Zie tabel 16).

Die factor is uit ons cijfer-materiaal niet te berekenen. Aan de hand van het Rothamstedsche materiaal is er wel iets van te zeggen. MILLER ²⁾ heeft nl. berekend welk gedeelte van het regenwater als drainwater opgevangen werd in de „drain-gauge” van 1,50 M. diepte. Zijne berekende cijfers zijn gemiddelden van 35 jaren. (Tabel 38).

Tabel 38.

M a a n d.	pCt.	M a a n d.	pCt.
Augustus	21,6	Februari	74,2
September	29,5	Maart	53,2
October	50,8	April	27,9
November	71,3	Mei	23,6
December	79,8	Juni	—
Januari	83,8	Juli	—

Voor ons doel zou men den regenval der drain-maanden met den Rothamstedschen factor kunnen vermenigvuldigen; zeker is het, dat

1) In de nieuwe Dollardpolders behoeft nooit met stikstof gemest te worden; in de oudere is het vaak uitzondering, omdat men de „groene bemesting” in den verbouw van vlinderbloemigen verkiest boven minerale bemesting.

2) The amount and composition of the drainage through unmanured and uncropped land. Journ. of agr. Science, Vol. 1, part. 4.

men dan grooter eindgetallen krijgt dan de litercijfers onzer perceelen. Of ze echter dicht bij de waarheid liggen is onzeker, omdat we niet weten of de gemiddelde cijfers van MILLER ook op ons klimaat en op de bepaalde jaren onzer proefneming toepasselijk zijn. Daarom hebben we van de aanvankelijk gekoesterde verwachting om op een of andere wijze eenen waarschijnlijkheidsfactor te berekenen afgezien, en zullen de litercijfers van perceel 2 gebruiken, met de vooropstelling dat ze te klein zijn.

Tabel 39.

(Stikstofverliezen).

J a a r.	Gr. nitraat stikstof door perceel 2 verloren.	K.G. stikstof per H.A.	Balen chili- salpeter per H.A.
1901—1902.	620,2	20,65	1,36
1902—1903.	111,2	3,7	0,24
1903 . . .	57,4	1,91	0,13
1903—1904.	664,4	22,11	1,46
1904—1905.	198,2	6,6	0,43
1905—1906.	356,—	11,85	0,78
1906—1907.	217,9	7,26	0,48
1907—1908.	355,2	11,73	0,77
1908—1909.	300,1	9,99	0,66
1909—1910.	1991,3	66,31	4,38

Onrustbarend groot zijn de verliezen niet, zooals tabel 39 doet zien, vooral wanneer men ze vergelijkt met de fransche cijfers van DÉHÉRAIN, en zelfs is het gemiddelde van 35 jaar te Rothamsted berekend, nl. 36 K.G. stikstof per H.A., slechts éénmaal in een bijzonder nat jaar overtroffen. Evenals ginds is ten opzichte der stikstofverliezen de regenval de overheerschende factor naast de bemesting en de cultuur van vlinderbloemigen.

In de vochtige jaren ziet het er naar uit, alsof de regenval ook ten opzichte van het proces der nitrificatie de overheerschende factor is; want vond er in de periode dat geen drainwater opgevangen wordt, nitrificatie in dezelfde snelheid plaats als in de vochtige perioden, dan zou men telkens, wanneer na eene onderbreking weer water door de buizen vloeit, een hooger gehalte van dit water moeten constateeren, hetgeen *nooit* met zekerheid gedaan kon worden.

De aanname, dat dit water van hooger gehalte reeds door den bodem weggezat was vóór dat de grondwaterstand het drainpeil bereikte, kunnen we onwaarschijnlijk maken door er aan te herinneren, dat in de zeer natte perioden, wanneer vaak elken dag of soms 2-maal per dag de reservoirs leeggepompt worden, de gehalten *nooit dalen, doch steeds dezelfde blijven of soms stijgen*. De snelheid, waarmede het water door den grond vloeit, overtreft die der nitraatvorming in den Uithuizermeedenschen grond blijkbaar *nooit*. Zoo bevat b.v. den 14den December 1905 het drainwater een gemiddeld gehalte van 7,4 mgr. stikstof per Liter, terwijl den 8sten Januari 1906 het water 7,8 mgr. bevat. Nu blijft tot den 24sten Januari (na 16-maal leeg-

pompen) het gehalte ongeveer even hoog¹⁾; eerst daarna daalt het, en toch krijgt men niet den indruk, dat de intensiteit der nitrificatie afneemt, doch eerder, dat de nitrificabele massa uitgeput raakt; hoe anders het stijgen der gehalten in het najaar en den winter 1909 te verklaren? Bovendien zijn in Januari 1906 de meteorologische nitrificatie omstandigheden niet gunstiger dan in Februari, wanneer de gehalten lager zijn.

De gemiddelde temperatuur van Januari is 3°, die van Februari 2,0, terwijl van 14—31 December de temperatuur gemiddeld 2,4° bedraagt.

Stelt men daar tegenover, dat de gemiddelde temperaturen van October en November 1905 6,8° en 3,9° bedroegen, dan is er geen verband te zien tusschen de meteorologische omstandigheden en de daling der stikstofgehalten in Februari. Men zal de oorzaak van de vlote nitrificatie in andere omstandigheden moeten zoeken.

In de literatuur wordt gewoonlijk²⁾ het aantal voorwaarden, waaronder de nitrificatie mogelijk is, op vijf gesteld, n.l.:

- 1°. aanwezigheid van nitrificabele massa.
- 2°. gunstige temperatuur. (Volgens WINOGRADSKY ligt de gunstigste bij 35° en houdt onder 5° de nitrificatie op.)
- 3°. voldoende vochtigheid van den bodem.
- 4°. zwakke alkalische reactie van den grond.
- 5°. aanwezigheid van een voldoende quantum zuurstof, om de nitrificabele stikstof te oxydeeren.

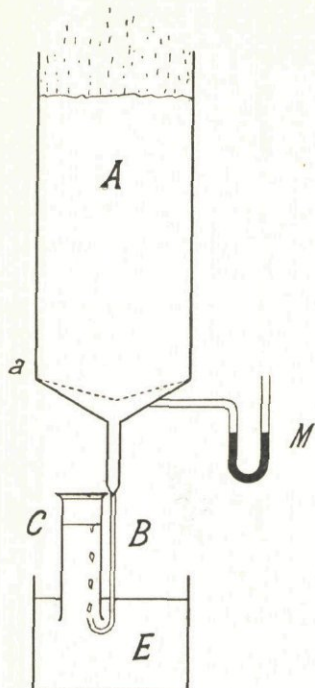
Aan de voorwaarden 1, 3 en 4 is op ons proefveld zeker voldaan. Ten opzichte van punt 2°. vonden we de Fransche en Engelsche ervaring bevestigd dat, al moge de reincultuur van nitraatbacteriën (WINOGRADSKY) onder 5°. niet meer actief zijn, in den bodem deze lage temperaturen niet alleen eene nitrificatie mogelijk maken, *doch zelfs eene intensieve nitraatvorming niet in den weg staan.*

Rest dus bijzondere aandacht aan punt 5 te schenken. — Inderdaad kon aangetoond worden, dat met het regenwater vooral op gedraineerd land groote hoeveelheden lucht in den bodem dringen; niet alleen dringt met het regenwater de lucht tot op bepaalde diepte in den grond, doch doorstroomt deze, zoodat door de drainleiding ook lucht afgevoerd wordt. Met behulp van 't nevenstaande toestel kan dit aangetoond worden. *Fig. 7.*

1) Van 14 Dec. 1905 tot 8 Jan 1906, d.i. in 25 dagen, is het stikstofverlies niet grooter dan van 8 tot 9 Jan., in 1 dag.

2) Zie o. a. DÉHÉRAIN l. c.

Fig. 7.



A is een cylinder met grond gevuld en voorzien van een zeefbodem *a*; van onderen is eene trechtervormige opening aanwezig, aan welke eene dunne glazen buis verbonden is, waarin het drainwater, dat bij regenval opgevangen wordt, in gesloten waterzuiltjes, door luchtballen of luchtzuiltjes onderbroken, naar beneden zakt. Onder water, in een bak E, kan in een omgekeerd met water gevuld maatglas het afgevoerde gas opgevangen worden. Een manometer M toont aan, dat de druk in den cylinder A gelijk is aan dien van de atmosfeer en ook daarmee schommelt. Het kwantum gas kan gemeten en zelfs geanalyseerd worden.

Met een zavelgrond heeft rapporteur dezes een kwalitatief en met een zandgrond een quantitatief onderzoek verricht. Deze proeven zullen later beschreven worden. Voorloopig volstaan we met de mededeeling, dat de hoeveelheid opgevangen gas afhankelijk is, behalve van de bodemstructuur, van den regenval eenerzijds en de snelheid van watercirculatie anderzijds.

Het afvoeren van gassen door de drainbuizen kan men aantoonen, wanneer de uitmonding der leiding met een doorboorde stop voorzien wordt, in welke doorboring een omgebogen glazen buis gebracht is, die even onder het wateroppervlak in het reservoir uitmondt. (Fig. 8)

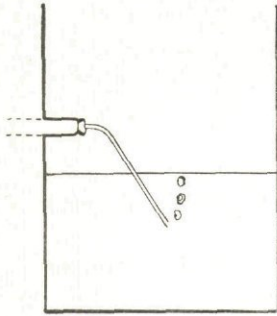
Het drainwater wordt dan in kolommen afgevoerd, evenals bij het besproken toestel, terwijl de medegenomen gassen door het water van het reservoir borrelen, vaak zoo snel en luid, dat men den indruk krijgt alsof er eene machine aan den arbeid is.

Bij een zavelgrond van $\pm 1\frac{1}{2}$ are oppervlak vonden we soms een afvoer van 3 Liters gas per minuut, hetgeen per H.A. en per uur omgerekend, 36000 Liters gas beteekent, bij aanname, dat de drainbuizen flink loopen.

Neemt men daarbij in acht, dat 't opgevangene gas geene zuivere lucht meer is, maar soms slechts 10 % zuurstof bevat ¹⁾, dan is er $\pm 40\,000$ L. lucht in den grond gegaan. Deze berekening is approximatief en 't getal 40 000 waarschijnlijk eene maximum-waarde.

¹⁾ Soms minder; bij een humusrijke zandgrond bevatte het gas geen spoor zuurstof meer, werd slechts stikstof en koolzuur afgevoerd.

Fig. 8.



Aan deze luchtcirculatie moet ongetwijfeld een groote beteekenis gehecht worden, omdat eene dikkere bodemlaag voor nitrificatie toegankelijk wordt. Hierdoor kunnen we twee verschijnselen verklaren, welke zich bij onze proeven voordeden.

1^o. het groote verschil in nitraatgehalte van perceel 3 in de eerste jaren, met dat der andere perceelen. De grond was daar na het herleggen der buizen nog niet gezet, lossen dus dan de omgeving, waardoor met het zakkend water meer lucht in den bodem dringen kon. Dit „meer lucht” beteekent „meer” salpeterstikstof door nitrificatie.

2^o. is het begrijpelijk, waarom in vochtige perioden, wanneer dag in dag uit water afgevoerd wordt, het nitraatgehalte niet daalt, en zelfs bij aanwezigheid van veel nitrificabele materie stijgen kan.

HOOFDSTUK IV.

Het regenwater en de stikstofhuishouding.

Het feit, dat regenwater stikstof in den vorm van ammoniak, nitraat en nitriet bevat, ¹⁾ heeft indertijd LIEBIG stof gegeven voor zijne meening, dat de plant het uitsluitend met de atmosferische stikstof stellen kon. Hoe deze meening oorzaak van veel twistgeschrijf geweest is, hoe ten slotte LIEBIG aanleiding vond zijne meening te herroepen, mag als bekend verondersteld worden. Inderdaad zal ieder, die met de bemestingsbehoefte van zijn land op de hoogte is, uit ervaring weten, dat de atmosferische stikstof voor eene normale plantenproductie ontoereikend is, men kan daarbij wijzen op de zandcultuur.

Bij bemestingsvraagstukken valt de hoeveelheid regenstikstof buiten beschouwing, toch is dat quantum groot genoeg om bij een onderzoek als het onderhavige in rekening gebracht te moeten worden. Per jaar en per H.A. berekend, is het aantal K.G. regenstikstof over de verschillende werelddelen zeer verschillend. MILLER heeft daarover opgaven gedaan. ²⁾

Gemiddeld bevatte het regenwater te Rothamsted per jaar (van 1888—1901) 4,8 K.G. totaal stikstof; de gemiddelde regenval was 681 m.m. Te Proskau kwam bij een regenval van 445 m.m. (1864—1865) 24,89 K.G. totaal stikstof op het land. Te Proskau

¹⁾ De ontdekking is van MARGGRAF en de SAUSSURE.

²⁾ The amount of nitrogen as ammonia and as nitric acid and of chlorine in the rainwater collected at Rothamsted. Journ. of Agr. Science. Vol. I, part. 3.

was dit quantum dus tamelijk aanzienlijk; men bedenke dat het met ± 160 K.G. chilisalpeter overeenkomt. Die hoge getallen zijn evenwel excepties en er mag misschien zelfs eenigen twijfel daaromtrent geopperd worden, omdat de analyse van ouderen datum stamt, terwijl de stikstofbepaling in regenwater een der lastigste uit de analytische scheikunde is.

In de praktijk kunnen, zooals gezegd werd, de hoeveelheden stikstof verwaarloosd worden, hoofdzakelijk omdat een groot deel in tijden valt, wanneer de plant geen stikstof behoeft, of wanneer geen plantengroei het land bedekt.

Het grootste deel van de atmosferische stikstof komt in ammoniak- en nitraatvorm voor; een klein deel is als nitriet aanwezig, een nog geringer deel als organische stikstof, die in de stof, (waaronder bacterie-lichamen) welke in de atmosfeer zweeft, door het regenwater medegesleurd wordt.

De analyse van het regenwater is een buitengewoon moeilijke taak, omdat het gehalte per Liter zoo gering is.

Men moet dus voor de analyse eenige Liters indampen om voldoende uitgangsmateriaal te verkrijgen. Aanvankelijk werd uitsluitend het water uit den regenmeter verzameld, en wanneer dit tot een quantum van ± 3 Liter was gestegen (gechloroformeerd) werd het geanalyseerd. Later hebben we nog met behulp van een grooten trechter van gegalvasiseerd ijzer, die 1 M. middellijn heeft en op eene groote flesch geplaatst is, water verzameld.

In den beginne werd voor de ammoniak-bepaling $\frac{1}{3}$ à $\frac{2}{3}$ L. regenwater met magnesiumoxyd afgedestilleerd en het destillaat in getitreerd zwavelzuur opgevangen. Omdat van dit quantum regenwater de hoeveelheid ammoniak te gering was, hebben we later de volgende methode gevolgd:

$1\frac{1}{2}$ L. regenwater werd in eene groote kolf gebracht en met magnesium-oxyde afgedestilleerd. Het destillaat werd zonder waterkoeling, in 20 pCt-ig zuur, n.l. ammoniakvrij zwavelzuur opgevangen; na voleindigde destillatie werd het destillaat met loog afgedestilleerd en de ammoniak in getitreerd zuur opgevangen. Dat het 20 pCt-ige zwavelzuur ammoniak vrij is, moet telkens gecontroleerd worden. Kleine hoeveelheden kunnen nauwkeurig bepaald worden, hetgeen uit onderstaand voorbeeld blijkt.

6,611 gr. zuivere zwavelzure ammoniak werden tot 1 L. in gedestilleerd water opgelost; 50 cc van deze oplossing werden tot $\frac{1}{2}$ L. verdund en 10 cc. van deze vloeistof in $\pm 1\frac{1}{2}$ L. water gebracht. Dit quantum bevat $1 \text{ cc } \frac{n}{10} \text{ NH}_3$, welke hoeveelheid na volbrachte analyse precies teruggevonden werd.

De bepaling van de nitraatstikstof in den aanvang verricht, kan niet op groote betrouwbaarheid bogen. Redenen van allerlei aard

waren oorzaak, dat voor 1905—1906 aan het regenonderzoek niet die aandacht geschonken kon worden, die het eigenlijk toekwam.

De analyses, die vóór dien tijd, en kort na dien verricht zijn, zullen niet weergegeven worden.

Aanvankelijk werd voor de nitraatbepaling de methode SCHLÖSING gevolgd, nadat één Liter regenwater met een weinig Mg O ingedampt was, zooals dit bij de stikstofbepaling in het drainwater geschiedde.

Het opgevangen gas werd ook met KOH geschud (zie blz. 183). In de tabellen is deze methode met een I gekenmerkt.

We behoeven niet te zeggen, na hetgeen in het vorige hoofdstuk reeds over deze methode medegedeeld werd, dat ze voor hoeveelheden,

die vaak $\frac{1}{20}$ van die in het drainwater voorkomen, weinig nauwkeurigheid biedt. Daarom werd methode I verlaten en de door Mej. HUIZINGA gevolge azijnzuur-methode toegepast. Het bleek, dat bij het indampen met dit zuur, de nitrieten verdwijnen; daarom werd de methode in dien zin gewijzigd, dat vóór de toevoeging van het zuur de tot ± 100 cc ingedampte vloeistof in alkalische oplossing met KMnO_4 geoxydeerd werd. Het nitriet gaat dan over in nitraat; tegelijk wordt de organische stof geoxydeerd ¹⁾. Van het dikke neerslag (MnO_2) wordt dan afgefiltreerd en verder gehandeld, als bij de nitraatbepaling in drainwater. Van de standaardoplossing, waarmede het opgevangen NO-gas uit het regenwaterresidu vergeleken wordt, neemt men het best zooveel, als ongeveer met de regenwaterconcentratie overeenkomt. Deze laatste methode, die hoogst bevredigende resultaten geeft, is methode II genoemd.

Tabel 40 bevat de analysecijfers van het regenwater, dat in den meter opgevangen werd. De nitraatbepalingen in die tabel werden volgens methode I uitgevoerd; in tabel 41 zijn eveneens de analyses van het meter-regenwater opgeschreven, doch hier werd het nitraatgehalte volgens methode II bepaald.

Het moet treffen, dat de ammoniakstikstofgehalten meer aan schommelingen onderhevig zijn, dan de nitraatstikstofgehalten. Behalve in het jaar 1909 stijgt in alle jaren het ammoniakstikstofgehalte eenmaal boven 1 mgr. per Liter.

Om een beter inzicht te krijgen in de gehalten en om vaker een monster regenwater in handen te krijgen dan met den regentmeter het geval was, werd met behulp van den grooten trechter (1 M. diameter) waarvan reeds sprake was, hemelwater verzameld. Van een enkele bui konden we soms een monster verkrijgen, dat voor de analyse volkomen toereikend was. Gewoonlijk werd voor de nitraatanalyse nooit minder dan 3 Liter ingedampt.

1) Soms biedt de oxydatie van organische stoffen in alkalische oplossing moeilijkheden, daarom maken we dikwijls na de alkalische oxydatie der nitrieten, de vloeistof zuur, om de vernietiging der organische stoffen te vergemakkelijken.

Tabel 40.

Regenwater opgevangen in den regenmeter.

Nitraatbepaling volgens methode I.

Datum.	Stikstof in mgr. per L. als		Datum.	Stikstof in mgr. per L. als	
	Ammoniak.	Nitraat en nitriet.		Ammoniak.	Nitraat en nitriet.
1906.			1907.		
9 Januari . . .	0.175	0.482	7 Juni . . .	0.933	—
24 „ . . .	0.440	0.309	2 Augustus . .	0.560	—
19 Maart . . .	0.840	0.366	9 September . .	0.847	—
12 April . . .	0.920	0.220	29 November . .	1.213	0.343
31 Juli . . .	0.980	0.581	1908.		
Augustus . . .	0.890	0.377	21 Januari . . .	0.980	0.604
10 October . . .	1.200	0.242	7 Maart . . .	0.933	0.351
4 December . .	—	0.470	27 Mei . . .	0.933	0.316
1907.			17 Juni . . .	0.747	0.479
12 Januari . . .	0.980	0.546			
7 Maart . . .	1.306	—			

Tabel 41.

Water opgevangen in den regenmeter.

(Nitraatbepaling volgens methode II.)

D a t u m.	Stikstof in mgr. per L. als		Totaal.	Stikstof in pCt. van het totale quantum als	
	Ammoniak.	Nitraat en nitriet.		Ammoniak.	Nitraat en nitriet.
1908.					
Juli, Augustus	0.700	0.302	1.002	69,9	30,1
Augustus, 12 September . .	0.607	0.259	0.866	70,—	30,—
November, December . . .	1.260	0.322	1.582	80,2	19,8
1909.					
Januari, April	0.840	0.239	1.079	77,9	22,1
Mei, Juni	0.980	0.281	1.261	77,7	22,3
Juli	0.607	0.214	0.821	73,9	26,1
Augustus	0.327	0.167	0.494	66,2	33,8
September	0.187	0.167	0.354	52,8	47,2
October	0.840	0.254	1.094	76,8	23,2
November	0.653	0.154	0.807	80,9	19,1
December	0.280	0.248	0.528	53,—	47,—
1910.					
Januari	0.560	0.207	0.767	73,—	27,—
Februari, April	0.840	0.224	1.064	79,—	21,—
Mei, Juni	1.213	0.293	1.506	80,5	19,5
Juli	0.933	0.245	1.178	79,2	20,8
Juli, Augustus	0.653	0.217	0.870	75,1	24,9
September, October . . .	0.840	0.242	1.082	77,6	22,4

Tabel 42.

Regenwater met den grooten trechter verzameld.

(Nitraatbepaling volgens methode II.)

D A T U M.	Stikstof in mgr. per L.		Totaal.	Stikstof in pCt. van het totaal.		Weersomstandig- heden, waaronder het water verzameld werd.
	Ammo- niak.	nitraat en nitriet.		Ammo- niak.	nitraat en nitriet.	
1908.						
28 Juli.	0,843	0,364	1,207	69,8	30,2	N.W.wind, regen.
14, 15 Juli	0,655	0,559	1,214	53,9	46,1	3 onweersbuien.
5 Aug..	1,640	0,240	1,880	87,2	12,8	Onweersbui. 7 mM.
11, 12 Aug.	0,910	0,100	1,010	90,9	9,1	hagel N.W.
23 Aug.	1,027	0,179	1,206	85,2	14,8	Bui. "Z.W. 20 mM.
30, 31 Aug., 1 Sept.	0,467	0,174	0,641	72,9	27,1	Z.W.
2 en 3 Sept.	0,467	0,168	0,635	73,5	26,5	Onweer. W. 11 mM.
9 Dec.	0,513	0,134	0,647	79,3	20,7	Z. Z.W. 12 mM.
10, 11 Dec.	0,467	0,153	0,620	75,3	24,7	Z. Z.W.
1909.						
12, 13 April.	1,073	0,185	1,258	85,3	14,7	W. N.W.
18—25 "	0,513	0,196	0,709	72,4	27,6	Z. Z.W.
17 Mei. "	1,027	0,224	1,251	82,1	17,9	N.O., O.
23 Mei, 2 Juni.	0,850	0,224	1,074	79,1	20,9	Onweersbui Z. Z.W.
13 Juli.	0,420	0,170	0,590	71,1	28,9	Z.W. W.
28 "	0,373	0,214	0,587	65,5	36,5	Z.O, N O.
3 Sept.	0,187	0,084	0,271	69,—	31,—	W. N.W.
4 "	0,187	0,125	0,312	59,9	40,1	
19 "	0,653	0,139	0,792	82,5	17,5	N. 15 mM.
5—8 Oct.	0,467	0,130	0,597	78,2	21,8	
24, 25 Oct.	0,187	0,147	0,334	56,—	44,—	W.
27, 28 "	0,467	0,152	0,619	75,4	24,6	
26, 30 Nov.	0,513	0,174	0,687	74,7	25,3	
3 Dec.	0,373	0,152	0,525	71,1	28,9	Z.W. storm.
5, 6 Dec.	0,280	0,174	0,454	61,7	38,3	
1910.						
12 Mei.	0,747	0,181	0,928	80,5	19,5	Onweer Z.O. O.
15 "	1,027	0,248	1,275	80,5	19,5	" bui, 14 mM.
4 Juni	0,980	0,238	1,218	80,5	19,5	"
8 "	0,467	0,331	0,798	58,5	41,5	"
10 "	0,467	0,243	0,710	65,8	34,2	" O. Z.O.
24, 25, 26 Juni.	0,373	0,120	0,493	75,7	24,3	Z.W.
28 Juni	0,243	0,103	0,337	69,4	30,6	
23 Juli.	0,467	0,082	0,549	75,1	14,9	Onweer W. 11 mM.
23, 25 Juli	0,420	0,076	0,496	74,7	15,3	Z. Z.W.
3, 4 Sept.	0,700	0,130	0,830	74,7	15,3	N. N.W.
12 Sept.	0,800	0,087	0,887	90,2	9,8	N.O.
17—31 Oct.	0,607	0,248	0,855	71,—	29,—	Z.W.
5 Nov..	0,140	0,078	0,218	64,2	35,8	W. zwak onweer. 12M.
6—9 Nov.	0,373	0,160	0,533	70,—	30,—	Z.W. onweer.
9, 10 "	0,187	0,280	0,467	40,—	60,—	W. 10 mM.
11 Nov.	0,233	0,109	0,342	68,1	31,9	Sneeuw, Z O., Z.W.
19, 20 Nov.	0,373	—	—	—	—	Z.W., N.W., 10 mM.

In *tabel 42* zijn de analyse-resultaten weergegeven. Ook volgens deze bepalingen schommelen de ammoniak-stikstofgehalten zeer sterk. Nu eens is het gehalte zeer hoog, b. v. op 12 en 13 April 1909, dan weer zeer laag zooals op den 5en November 1910. Gewoonlijk maken de nitraatstikstofgehalten de schommelingen mede, al is het niet in diezelfde mate. Dat bij onweder het stikstofgehalte hoog is (men zou het oppervlakkig verwachten) blijkt niet uit onze cijfers.

In de tabellen is aangegeven de verhouding van nitraat- tot ammoniakstikstof, in procenten uitgedrukt; gewoonlijk bevat het water uit den regenmeter ± 70 pCt. ammoniakstikstof en ± 30 pCt. nitraatstikstof. Het gemiddelde percentage uit *tabel 41* berekend is:

75,6 pCt. en 24,4 pCt.

Een enkele maal is de verhouding anders en wel in September en December 1909, wanneer de totale hoeveelheid stikstof per Liter abnormaal gering is.

Schommelingen in het verhoudingscijfer zijn duidelijker in de *tabel 42*. Slechts vijfmaal komt daar een nitraatstikstofgehalte van boven 40 pCt. voor, te weten, den 14den en 15den Juli 1908, wanneer het water veel stikstof bevat, den 4den Sept., 24sten en 25sten Oct. 1909, den 8sten Juni en den 9den en 10den November 1910, wanneer het water weinig stikstof bevat.

Bij het regenwater met den grooten trechter opgevangen, is het gemiddelde percentage

75,3 pCt. en 24,7 pCt.,

een cijfer, dat volkomen met de berekende gemiddelden van het meterwater overeenstemt. De gehalten zijn evenwel verschillend:

het meter-water bevat gem. 0,724 mgr. NH_3 — N en 0,237 mgr. Nitraat — N.

het trechterwater bevat gem. 0,565 mgr. NH_3 — N en 0,182 mgr. Nitraat — N.

De monsters met den grooten trechter verzameld, vertegenwoordigen het gemiddelde van een aantal willekeurig gekozen regenbuien en kunnen dus in samenstelling verschillen van het gemiddelde van den geheelen regenval in hetzelfde tijdperk.

Van het ammoniakstikstof-gehalte is nog het gemiddelde berekend van 21 trechtermonsters tusschen half Maart 1906 en Juli 1908 verzameld. Dit gemiddelde bedraagt:

0,792 mgr. per Liter,

terwijl het regenwater uit den meter van begin 1906 tot half Juli 1908 een gemiddeld ammoniakstikstof-gehalte bevatte van

0,875 mgr. per Liter.

Het verdient opmerking dat, wanneer met den trechter spoedig na elkaar monsters genomen werden, de gehaltecijfers weinig uit een loopen, zie *tabel 43*.

Tabel 43.

Datum.	Stikstof als		Totaal.	Stikstof als	
	Ammoniak. mgr. per L.	Nitraat. mgr. per L.		Ammoniak. pCt. v/h totaal.	Nitraat. pCt. v/h totaal.
1908.					
30, 31 Aug., 1 Sept.	0,467	0,174	0,641	72,9	27,1
2, 3 September	0,467	0,168	0,635	73,5	26,5
9 December	0,513	0,134	0,647	79,3	20,7
10, 11 December	0,467	0,153	0,620	75,3	24,7
1909.					
3 September	0,187	0,084	0,271	69,—	31,—
4 „	0,187	0,125	0,312	59,9	40,1
24, 25 September	0,187	0,147	0,334	56,—	44,—
27, 28 „	0,467	0,152	0,619	75,4	24,6
3 December	0,373	0,152	0,525	71,1	28,9
5, 6 December	0,280	0,174	0,454	61,7	38,3
1910.					
8 Juni	0,467	0,331	0,798	58,5	41,5
10 „	0,467	0,243	0,710	65,8	34,2
23 Juli	0,467	0,082	0,549	75,1	14,9
23—25 Juli	0,420	0,076	0,496	74,7	15,3

De *verhoudings-getallen* loopen wel nog al uitéén.

Hoewel het niet altijd zóó is, dat het regenwater twee dagen achtereen dezelfde, of nagenoeg dezelfde samenstelling heeft, schijnt het, als of de schommelingen in het gehalte niet plotseling tot stand komen. Dat niet elk jaar de gemiddelde samenstelling dezelfde zal zijn, werd ook te Rothamsted gevonden ¹⁾ b.v. bevatte in 1896—1897 het water gemiddeld 0,350 mgr. per Liter ammoniakstikstof en in 1892—1893 0,535 mgr. Onze gemiddelden liggen hooger nog.

Opmerkelijk is het, dat te Rothamsted de verhouding van ammoniakstikstof tot salpeterstikstof zich wijzigt in de laatste jaren.

Deze was aanvankelijk:

75,5 pCt. en 24,5 pCt. (evenals bij ons) en nu in de laatste jaren: 66,6 pCt. en 33,4 pCt. geworden.

Berekent men aan de hand van onze cijfers, hoeveel stikstof het regenwater op het land zal brengen, b.v. bij een jaar-regenval van 800 mm. ²⁾, aannemende dat het gemiddelde gehalte is:

0,724 mgr. ammoniakstikstof en

0,237 „ salpeterstikstof,

¹⁾ MILLER, l. c.

²⁾ Die zeer hoog is voor ons land.

dan wordt het quantum per jaar en per H.A. 7,68 K.G., dat gelijk staat met 51 K.G. chilisalpeter.

Van deze hoeveelheid zal des winters een groot deel in den grond zakken en in de slooten terecht komen.

Nu komt het er op aan, de stikstofinkomsten en uitgaven te berekenen, gedurende de 10-jarige proefperiode; eene juiste stikstof-huishouding neerschrijven kunnen we niet, immers de drain-verliezen en de regenwinsten zijn benaderende grootheden. Ten aanzien van de laatste zullen we niet ver van de waarheid af zijn, indien we het gemiddeld gehalte der laatste twee jaren ook voor de voorafgaande jaren in rekening brengen, bovendien zijn deze winsten numerisch klein ten opzichte der verliezen, zoodat we zonder bezwaar de berekening uitvoeren.

Ten aanzien van de eerste zullen we de drainage-verliezen van perceel 2 in rekening brengen en we zullen zien dat het feit, dat deze verliezen numerisch beneden de werkelijke liggen, niets aan den aard van ons betoog verandert, integendeel het versterkt.

Tabel 44.

Van Sept. tot Sept :	Regenval. mm.	Stikstof per H.A. in K.G.	Stikstof per H.A. in K.G. Chilisalpeter.
1901—1902	722	6,94	43,1
1902—1903	673,5	6,47	43,—
1903—1904	603	5,80	38,6
1904—1905	548	5,27	33,5
1905—1906	761	7,31	48,7
1906—1907	576	5,54	36,9
1907—1908	666	6,40	42,6
1908—1909	585	5,62	37,4
1909—1910	854	8,21	54,7

In tabel 44 is een overzicht der stikstofwinsten door den regen gegeven. Deze bedragen niet veel en bereiken in de natte jaren ongeveer de waarde van een halve baal chilisalpeter.

In tabel 45 is de stikstof-huishouding weergegeven. De meststoffen en de oogst werden geanalyseerd; de cijfers die daarop betrekking hebben, zijn dus nauwkeurig.

Wat er in de wikkenbemesting of in de klaver aan stikstof op het land kwam, kan bezwaarlijk berekend worden; daarom zijn daarvoor geene cijfers inge-

vuld. Laten we deze buiten beschouwing, dan zien we, dat doorlopend de uitgaven de inkomsten overtreffen.

Er moet dus, wil de cultuur rendabel blijven, telkens aan het bodemstikstofkapitaal toegevoegd worden, hetgeen geschiedt in de stalbemesting, in groene bemesting, of in de combinatie van die twee.

Dat in de eerste jaren de uitgaven de inkomsten zoo weinig overtreffen, moet aan zeer matige karwij-opbrengst toegeschreven worden, die vooral in het eerste jaar teleurstelling gaf.

vrs.

190	532
45	628
140	463
80	468
200	561
95	481
145	421
60	525
380	324

9 4403

~ 490

m

Tabel 45.

J a r e n.	G e w a s.	Opgebracht door:		Opge- bracht totaal.	Onttrokken door:		Ont- trokken totaal.
		bemes- ting.	regen.		oogst.	drain- water.	
		K.G. per H.A.			K.G. per H.A.		
1901—1902	Karwij.	54	6,94	60,94	45,2	20,65	65,85
1902—1903	„	54	6,47	60,47	44,3	38,94	83,24
1903—1904	Wintergerst.	—	5,8	—	100,85	22,11	122,96
1904—1905	Haver.	35	5,27	40,27	86,2	6,6	92,8
1905—1906	Vlas.	31	7,31	38,31	43,4	11,85	55,25
1906—1907	Klaverweide.	—	5,54	—	—	7,26	—
1907—1908	„	—	6,40	—	—	11,73	—
1908—1909	Koolzaad.	15,5	5,62	20,62	141,6	9,99	152,59
1909—1910	Wintergerst 1. 3. 4. 6. Zômergerst 2 en 5.	115	8,21	123,21	68,6	66,31	134,91

Belangrijk was toen het verschil in stand op het proefveld en de stand op het omliggende terrein, dat laatste was in Augustus 1901 met stalmest gemest ($\pm 20\,000$ K.G. per H.A.). De stand was hier vol en het gewas leverde, per bunder gerekend, 35 H.L., terwijl het proefveld amper 17 H.L. produceerde.

De kunstmest was toen zoowel op als om het proefveld toegediend. Dat het tweede jaar de karwij niet tot volle opbrengst zou komen, was na deze ervaring te verwachten.

We mogen aannemen, dat van alle plantenvoedende bestanddeelen bij de karwijcultuur, de stikstof in de minderheid is geweest. Vooral omdat in 1902 de karwij buiten het proefveld zoo'n uitnemende opbrengst gaf, terwijl daar in Augustus 1901 stalmest opgebracht was. Het moet verbazen, dat de stalmest dat effect heeft kunnen hebben,

1°. na een vochtigen winter met 72 drain-dagen,

2°. omdat de karwij in erwten gezaaid werd en er dus van die zijde stikstofvoeding verwacht werd,

3°. omdat de drainwater-gehalten *niet* laag zijn; (integendeel het gemiddelde jaargehalte van 9,5 mgr. per Liter behoort tot een der hoogsten uit onze ervaring).

Heeft het op het proefveld toch nog aan nitrificabele stikstof ontbroken? Het is bezwaarlijk te denken, te meer, omdat perceel 3, waarvan de buizenreeks herlegd was, zoo'n hoog nitrificatiecijfer heeft, — 19,1 mgr. per Liter. — Toch schijnt de stalmest die grootere productie veroorzaakt te hebben; de stalmestaanwending is het eenige verschil tusschen de behandeling van het proefveld en het omliggend

veld, tenzij men conservatief genoeg is, de drainage als schadelijk te verklaren; eene meening, die dadelijk te niet gedaan kan worden door aan den zeer bevredigenden gerstooft van 1910 te herinneren, toen zoo buitengewoon veel stikstof door uitspoeling verloren ging.

Er rest dus de conclusie, dat de stalmest een stikstofbron is, die gelijkmatiger en beter vloeit dan die van den „bodemstikstof”; eene conclusie, die aannemelijk is, omdat ze de mogelijkheid veronderstelt, dat niet alle stikstofhoudende stoffen even gemakkelijk genitrificeerd worden.

In 1904 was het stikstofverlies groot door den zeer hoogen gerstooft (75 H.L.). Ongetwijfeld heeft de gerst van de wikken geprofiteerd, ondanks het feit, dat er den voorafgaanden winter van de wikkenstikstof verloren ging. In dit jaar hebben we een goed voorbeeld van de nitrificabiliteit van de wikkenstikstof. Deze schijnt, getuige het feit, dat de gehalten tot op het laatst der drain-periode stijgen, niet zoo groot te zijn in den beginne, doch neemt met het vergaan der plantenmassa toe. Bij stalmest is het waarschijnlijk anders gesteld, omdat we immers in 1909—1910 de gehalten tot een maximum zagen stijgen, om daarna te dalen. Ook deze ervaring plaatst de goede stalmestwerking op de karwij in 1902 in een bijzonder licht. Al mag het stikstofrendement niet hoog geweest zijn, *de aanwending op zich zelf is volkomen gerechtvaardigd gebleken.*

De cultuur te Uithuizermeeden berust wat de stikstofvoorziening aangaat, voor een groot deel op de bemesting met organisch stikstofhoudend materiaal; of deze wijze van werken rendabel is, kan uit onze cijfers genoegzaam blijken. De stikstof-verliezen na zoo eene bemesting zijn soms wel is waar aanzienlijk, doch ze zijn het alleen in de zeer vochtige jaren.

Belangrijk is nu, wat het jaar 1909—1910 ons leert. Bij een gemiddeld gehalte van 11,9 mgr. per liter vloeit er dan met het drainwater 66,31 K.G. salpeterstikstof uit het land weg, waarvan door den regen 5,38 K.G. aangebracht was. Uit den bodem was dus 60,92 K.G. afkomstig. Wanneer we nu zien dat in dit jaar het gemiddelde gehalte van perceel 2, 11,9 mgr. was, dan mogen we op grond van de ervaring der eerste jaren aannemen, dat indien in dat jaar geen stalmest gegeven ware, het gemiddeld gehalte *niet* onder 6 mgr. gedaald zoude zijn. Voortbouwende op deze premisse, nemen we dan aan dat de helft van de salpeterstikstof in het drainwater van het „bodemstikstofkapitaal” afkomstig was en de andere helft van den stalmest, of \pm 30.5 K.G. Van de 115 K.G. stikstof, die in den stalmest op het land kwam, ging 27 pCt. verloren, een niet onaanzienlijk gedeelte, wellicht het beste deel.

Moge het bedenkelijk worden in het najaar stalmest te geven wanneer het gestaag regent, als systeem kunnen we de najaarsbemesting, wanneer een gering verlies geleden kan worden, niet zoo

verwerpelijk vinden, als men oppervlakkig meenen zou. Immers de regenval is niet altijd zoo ruim, als wij in een paar jaar medemaakten.

Er kan hier de nadruk op gelegd worden, dat in 1909—1910 82,7 pCt. van het regenwater door de buis van perceel 2 afgevoerd werd, zoodat het berekende verlies van 66,31 K.G. zeer nabij het werkelijke verlies zal komen

Het blijkt uit onze cijfers, hoe bij een cultuur als de Uithuizer-meedensche, doorlopend op de „bodemstikstof” geteerd wordt en soms zelfs voor niet onbelangrijke hoeveelheden, zooals in 1904, toen den oogst (wintergerst) 100,85 K.G. aan het land onttrokken werd. — Ten opzichte van het effect van de bodemstikstof is men zeer van het weder afhankelijk. Het bijgeven van chilisalpeter geschiedt niet, omdat er een tekort aan stikstof is; maar omdat de nitrificabele massa geen salpeterstikstof genoeg levert op het moment, dat het gevraagd wordt. ¹⁾ Daarin moet bij onze cultuur alleen door stal-mestaanwending of groenbemesting worden voorzien; is het gemakkelijk nitrificabele deel van deze stoffen na een cultuurjaar verbruikt, dan moet het gewas — zoo als de term luidt — met wat salpeter aan den gang geholpen worden.

Wanneer een zandcultuur over voldoende waterverzorging beschikt (zooals in de Veenkoloniën) is ze ten opzichte der stikstofvoeding, eene zavelcultuur als de onze in het voordeel, omdat ze niet zoo van het weder afhankelijk is; men bemest eenvoudig met chilisalpeter.

Of nu de „organische” stikstofvoorziening op de zavelgronden beter verdrongen wordt door de kunstmest-stikstofbehandeling, zal van oeconomische omstandigheden afhangen, aangenomen, dat aanhoudende salpeterbemesting op den duur den bodem niet schaadt.

De vrees, dat door de drainage, *meer dan anders*, de stikstof gevaar loopt uitgespoeld te worden, zoodat aanzienlijke verliezen geleden worden, vindt door ons onderzoek *niet de minste* aanmoediging. *Integendeel, is men er op aangewezen, wanneer de ontwatering van het bouwland het eischt, tot drainage over te gaan; doch men heeft er op te letten, door eene verstandige cultuur, het bodemstikstofkapitaal te verrijken en door doelmatige bebouwing (wintergewassen) zoo min mogelijk het land aan verliezen bloot te stellen.*

Dat de najaarsbemesting met stalmest door ons niet bedenkelijk geacht wordt, sluit niet in zich, dat deze wijze van doen de meest doelmatige is; alleen wilden we aantoonen dat, wanneer door bacteriologisch of scheikundig onderzoek en door bemestingsproeven de najaarsaanwending noodig gevonden wordt, er volgens onze ervaring hiertegen geene essentiële bezwaren bestaan.

¹⁾ De maximum hoeveelheid stikstof wordt in de eerste helft van de groeiperiode gevorderd.

HOOFDSTUK V.

De kalk en kali-gehalten en de huishouding van die bestanddeelen.

Het werd reeds gezegd, dat van elk winterhalfjaar een verzamelmonster bewaard was, dat uit de loopende monsters der reservoirs-leegingen, in de verhouding van de gemeten quantiteiten samengesteld was. Van dit water werd het kalk- en kali-gehalte bepaald.

Een overzicht der kalk-gehalten is in *tabel 46* weergegeven in gr. CaO per Liter.

Tabel 46.

(Grammen CaO per Liter.)

	1.	2	3.	4.	5.	6.	Jaar. Gemiddelden.
1901—1902 . .	0,227	0,212	0,205	0,230	0,216	0,212	0,217
1902—1903 . .	—	—	—	—	—	—	—
1903 . .	0,237	0,226	0,221	0,232	0,218	0,226	0,226
1903—1904 . .	0,259	0,230	0,242	0,228	0,216	0,241	0,236
1904—1905 . .	0,190	0,196	0,186	0,200	0,187	0,181	0,190
1905—1906 . .	0,144	0,151	0,150	0,153	0,141	0,108	0,141
1906—1907 . .	0,200	0,226	0,215	0,221	0,201	0,210	0,211
1907—1908 . .	0,233	0,227	0,220	0,212	0,198	0,210	0,213
1908—1909 . .	0,199	0,181	0,186	0,192	0,172	0,188	0,186
1909—1910 . .	0,200	0,206	0,199	0,200	0,210	0,209	0,204

Het valt in het oog, dat de gehalte-cijfers vrij goed overeenstemmen. Regelmatige verschillen tusschen de gehalten der perceelen komen onderling niet voor. Een enkele maal wordt een afwijkend cijfer aangetroffen, zooals bij 1 en 4 in het eerste jaar, of bij 6 in 1905—1906 enz.

De jaarschommelingen zijn duidelijk in de gemiddelden, welke in de laatste kolom genoteerd zijn. Met zekerheid een oorzaak hiervoor aan te wijzen is moeilijk. Vóór 1908 waren we geneigd de lagere gehalten in 1904—1905 en 1905—1906 aan het feit toe te schrijven, dat in die jaren winterbraak toegepast werd; want we redeneerden ongeveer zoo: „wanneer het land niet met planten bezet is, zal de grond minder koolzuurhoudend zijn, dan wanneer dit wel het geval is”. Het koolzuur wordt dan als het reagens der oplossing opgevat. Geheel bevredigend is deze voorstelling niet, omdat de koolzuurvorming (ademing) der wortels in den winter niet intensief kan zijn. Bovendien is de oplosbaarheid van de kalk in den grond niet alleen een functie van de quantitatieve aanwezigheid van het koolzuur in den grond, gedurende de uitspoeling door het regenwater. Dat de

aanwezigheid van koolzuur de hoofdfactor is, kan toegegeven worden; doch men vergete niet, dat ook tijdens den plantengroei in den zomer koolzuur oplosmiddel is. Omdat 's zomers de koolzuurvorming veel sterker is dan 's winters, zal er dan meer opgelost worden. Des winters zal het opgeloste kunnen uitspoelen, voor zoover door gecompliceerde bodemreacties niet weder een deel der opgeloste bestanddeelen onoplosbaar wordt.

Na den oogst wordt de achtergelaten stoppel een koolzuurbron door de verrotting, terwijl het bacterieleven intensiever wordt. ¹⁾

Toen in 1908—1909 weer een zeer laag CaO-gehalte aangetroffen werd en het land met koolzaad bezet was, werd de zoo juist besproken meening prijs gegeven. Daarom verkreeg eene andere meer waarschijnlijkheid, n.l. die, welke op het vergaan van den stoppel steunt.

In het najaar zal, dank zij een hogere temperatuur, de verrotting en het daarmee gepaard gaande bacterieleven, intensiever verlopen dan in het koudere winterjaargetijde. Het najaar-drainwater zal dan kalkrijker dan het winterdrainwater zijn. Inderdaad wordt het lage kalkgehalte in die jaren bereikt, wanneer drainwater in de koude maanden opgevangen wordt. In 1904—1905 wordt alleen water verzameld in Januari, Februari, Maart en April. Het gehalte is dan laag, 0,190 mgr. per Liter. Omdat in Maart en April 16 draindagen genoteerd werden, terwijl er 24 in het geheel waren, zal allicht het gehalte wat hooger geworden zijn, dan wanneer in April geen water opgevangen werd.

In 1905—1906 vielen er van de 67 draindagen 50 in Januari en Februari met 29 reservoirleelingen, tegen 10 in October, November, December en Maart samen. In dit jaar daalt het gehalte tot het laagste getal, 0,141 gr. Ca O per Liter.

In 1908—1909 wordt er vóór Januari geen water opgevangen en vallen 11 van de 14 draindagen in Februari en Maart; ook dat jaar is gekenmerkt door een laag Ca O-gehalte, n.l. 0,186 gr. per Liter.

Daarentegen vonden we hooge gehalten in April en Mei 1903, 0,226³ gr. per Liter; de temperatuur was in die maanden hoog. (Zie tabel 24 en 25).

Ook in 1903—1904, wanneer 37 draindagen in Augustus, September, October en November vallen met 24 reservoirleelingen, terwijl in het geheele winterhalfjaar 70 draindagen en 43 reservoirleelingen genoteerd werden, is het kalkgehalte eveneens hoog, n.l. 0,236 gr. per Liter. ²⁾

In het zeer natte jaar 1909—1910 valt er in den herfst een weinig minder regen, dan in de koudere wintermaanden; het kalkgehalte is dan laag noch hoog, n.l. 0,204 gr. per Liter.

In Augustus, September, October, November waren er 41 draindagen en 28 reservoirleelingen.

In December, Januari, Februari, Maart waren er 79 draindagen en 73 reservoirleelingen.

¹⁾ Zie over de koolzuurontwikkeling door microorganismen J. STOLABA, Centrbl. Bakt. 1911 IIe abth. Bd. 29, afl. 15/19.

²⁾ Het land was met wintergerst bezet.

Dat nu in de beide jaren, toen het land met klaver bedekt is, de gehalten tamelijk hoog zijn, is niet van uit het pas ingenomen standpunt te verklaren, omdat er in die jaren geen regen valt vóór December en er geen rottende stoppelmassa in den grond aanwezig is. Of zou in die winters de wortels van de levende klaverplant zooveel koolzuur geleverd hebben, waardoor er meer kalk in oplossing ging, dan in jaren van braak onder dezelfde omstandigheden? Zoo men ziet, heeft de verklaring der lage gehalten veel waarschijnlijk; bevredigend is ze nog niet.

Met hetzelfde voorbehoud als bij de bespreking der stikstofverliezen, kunnen we die van de kalk berekenen.

Perceel 2 stond in het drainwater af per H.A. in K.G., Ca O uitgedrukt: (tabel 47).

Tabel 47.

(Kalkverliezen in het drainwater).

	K.G./Ca O.
1901—1902. . .	361
1902—1903. . .	—
1903. . .	280
1903—1904. . .	544.6
1904—1905. . .	136.7
1905—1906. . .	296.9
1906—1907. . .	229.4
1907—1908. . .	352.4
1908—1909. . .	109.7
1909—1910. . .	1150.9
Totaal . . .	3461.6

De verliezen zijn aanzienlijk en evenals die van de stikstof voor een groot deel afhankelijk van het quantum drainwater, dat opgevangen wordt.

In het laatste jaar is dan ook het kalkverlies fabuleus groot geweest. In 1902—1903 is het kalkgehalte niet bepaald. Schatten we het verlies op 38,4 K.G., eene schatting, die zeker *te laag* is, dan blijkt, dat in de proefjaren, per H.A. berekend, 3300 K.G. Ca O verloren ging.

Daartegenover staat eene winst, welke in de bemesting aanwezig is; maar door den oogst is er weder verlies. In tabel 48 hebben we een kalk-balans gegeven.

Tabel 48.

(Kalk-huishouding.)

Jaar.	Gewas.	Opgebracht door bemesting.	Onttrokken door den oogst	drainwater	Totaal.	Winst.	Verlies.
1901—1902	Karwij	114	113.3	361	474.3		360.3
1902—1903	„	114	64.4	38.4	114.4		102.8
1903 (zomer)				280	280		280.3
1903—1904	Wintergerst	—	38.2	544.6	582.8		582.2
1904—1905	Haver	130	24.4	136.7	161.1		31.1
1905—1906	Vlas	240	40.3	296.9	337.2		97.2
1906—1907	Klaverweide ¹⁾	240	—	229.4	229.4	10.6	
1907—1908	„ ¹⁾	—	—	352.4	352.4		352.4
1908—1909	Koolzaad	—	186.1	109.7	295.8		295.8
1909—1910	Wintergerst	122	30.7	1150.9	1181.6		1059.6

¹⁾ Door den oogst hebben in de jaren 1906—1908 geen kalk-verliezen plaats gehad. Toch ging er van verloren, doordat er kalk in 't lichaam der weidende dieren aangezet werd, en daar de paarden werk verrichtten, kwamen niet alle uitwerpselen op het land terug. De op deze wijze geleden verliezen zijn niet te schatten en daarom buiten berekening gebleven.

Uit *tabel 48* ziet men, dat er steeds verlies vastgesteld is, behalve in 1906—1907, toen er volgens onze cijfers 10,6 K.G. gewonnen werd. Bedenkt men echter, dat het kalkverlies in het drainwater te laag aangegeven is, dan blijft in dat jaar van de winst weinig over.

Door den oogst wordt niet het grootste quantum aan het land ontrokken. Opmerkelijk is het, dat de eerste karwijooget veel meer kalk bevatte dan de tweede ¹⁾. Het stroo en het kaf zijn veel kalkrijker geweest.

	Zaad	stroo	kaf.
1901—1902	1,47 pCt.	3,48 pCt.	4,5 pCt.
1902—1903	1,40 „	1,94 „	3,8. „

De totale verliezen in de proefperiode hebben 2835,4 K G. bedragen. In werkelijkheid zijn ze grooter geweest. Hetgeen het land in onze proeffjaren verloren heeft, is van beteekenis en kan ruw weg op 3000 K.G. geschat worden. In de samenstelling van den grond (*tabel 8*) is het reeis te zien, dat ten opzichte van de kalk het bodemkapitaal niet goed beheerd is, hoewel de hoeveelheid, die in den oogst verloren gaat door den mest gëremplaceerd wordt. In *tabel 49* geven we in het kort de kalkgehalten der vier bodemlagen weer.

T a b e l 49.

	1e steek.		2e steek.		3e steek.		4e steek.	
	pCt.		pCt.		pCt.		pCt.	
	a.	b.	a.	b.	a.	b.	a.	b.
A) Ca O — oplosbaar in 5 pCt. H Cl.	0,43	0,73	0,56	0,47	2,70	2,—	4,66	4,65
B) Ca O — in koolzure kalk. . . .	0,30	0,24	0,17	0,06	1,94	1,38	3,65	3,36
C) Ca O — zeolitisch gebonden (A—B)	0,13	0,49	0,39	0,43	0,76	0,62	1,01	1,29
B in pCt. van A	69,7	32,9	30,4	12,8	71,8	69,—	78,3	72,3

Neemt men aan, dat het gemiddelde kalkgehalte (oplosbaar in 5 pCt-ig zoutzuur) in de bovenste laag van 50 cM. 0,5 pCt. bedraagt, dan bevat deze laag per bunder \pm 30 000 K.G. kalk, eene hoeveelheid waarop, bij voortgezette cultuur, nog \pm 100 jaar geteerd kan worden.

In hoofdzaak is het de koolzure kalk die verdwijnt, wat het duidelijkst blijkt, wanneer de verhouding uitgerekend wordt van de kalk aan koolzuur gebonden, tot de totale hoeveelheid, die in 5 pCt-ig

¹⁾ Men zou aan eene analysefout kunnen denken, doch de analyse is gecontroleerd en goed bevonden; of men moet veronderstellen, dat door het „verslag” in de karwij in het tweede jaar een deel van de plantenmassa voor den oogst verrot was en dus niet geogst werd.

zoutzuur oplost. De bovenste lagen (eerste laag *a* maakt er eene uitzondering op), bevatte dan in procenten uitgedrukt, de helft, of minder dan de helft van hetgeen de onderste lagen bevatten. Dat de bovenste laag van 50 cm. zijn grootste deel afstaat en de onderste in verhouding minder verliest, is uit de analyse-cijfers duidelijk.

Door dit feit wint de theorie, waarmede we de lage kalkgehalten in 1904—1905 en 1905—1906 en 1908—1909 verklaarden, aan waarschijnlijkheid; de verrotting, waarbij veel koolzuur geleverd wordt, zal ongetwijfeld in de bovenste lagen het sterkst plaats grijpen, terwijl ook de hoofdmassa van het door de wortelademing geleverde koolzuur, in die laag ontwikkeld wordt.

Met de hoeveelheid in 5 pCt-ig zoutzuur oplosbare kalk, die door ons bij de analyse in den grond aangetroffen werd, is het totale quantum kalk niet uitgeput. Telkens toch zal er door verweering uit de nog moeilijk oplosbare kalksilicaten, kalk vrijkomen, dat wil zeggen, gemakkelijk oplosbaar worden. Toch kan men zich voorstellen, dat de vermindering van het kalkkapitaal door den oogst en het drainwater sneller plaats heeft dan de restitutie van gemakkelijk oplosbare kalkverbindingen door verweering. Op de zeer oude kleigronden in de provincie Groningen zijn daar ook voorbeelden van. Niet dat de plant daar bepaald eene kalkbehoefte gaat gevoelen, doch de structuur wordt van die gronden ongunstig, zoodat de cultuur kalk vraagt, als verbeteraar van den bodem.

Neemt men aan dat de Uithuizermeedenschen bovengrond, evenals de ondergrond oorspronkelijk 3,5 pCt. Ca O bevatte in den vorm van koolzure kalk, dan is er sinds dien 180 000 K.G. kalk verloren gegaan. Aannemende dat onze cijfers onder de moderne cultuur-omstandigheden verkregen, ook op vroegere perioden van toepassing zijn, en dat men thans op jaarlijksche verliezen van 350 K.G. per bunder rekenen kan, moet de ouderdom van onzen grond op ruim 5000 jaar geschat worden.

Deze ouderdoms-berekening is geheel buiten de waarheid; ze wijst er op dat de kalkverliezen in vroeger jaren veel *grooter* geweest zijn.

VAN BEMMELEN ¹⁾ die in 1868 een onderzoek van eenige Groningsche grondsoorten publiceerde, vond dat de bouwlaag der Dollardpolders 1 pCt. aan koolzure kalk in 40 jaren verloor, hetgeen per jaar en per bunder op eene diepte van 25 cm., ongeveer 1000 K.G. koolzure kalk beteekent of 560 K.G. kalk; een cijfer dus dat het onze voor de laag van 50 cm. overtreft.

Berekeningen als deze hebben slechts oriënteerende waarde, daarom willen we ons van verdere berekening onthouden. Onze cijfers doen zien, dat de kalkverliezen enorm zijn en tot ingrijpen aansporen; daarover in het laatste hoofdstuk.

¹⁾ Bouwstoffen etc. in de scheikundige verhandelingen en onderzoekingen van G. J. MULDER. 1868.

Tabel 50.
(Grammen K_2O per L.)

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1901—1902	0,025	0,008	0,008	0,003	0,0065	0,009	0,008 ¹⁾
1902—1903	—	—	—	—	—	—	—
1903	0,0105	0,0096	0,0184	0,0293	0,0365	0,0285	—
1903—1904	0,0095	0,0085	0,0103	0,0084	0,0085	0,0096	0,0088
1904—1905	0,0051	0,0058	0,0065	0,0045	0,0034	0,0058	0,0053
1905—1906	0,0026	0,0038	0,0031	0,0031	0,0033	0,0034	0,0044
1906—1907	0,0041	0,0042	0,0043	0,0042	0,0036	0,0052	0,0043
1907—1908	0,0027	0,0037	0,0035	0,003	0,0029	0,0037	0,0033
1908—1909	0,0051	0,005	0,0046	0,0049	0,0054	0,0058	0,005
1909—1910	0,0031	0,0031	0,0033	0,0029	0,0031	0,0032	0,0032

De kaligehalten van het drainwater zijn in *tabel 50* genoteerd. Deze zijn onderling betrekkelijk regelmatig. Opmerkelijk is het hooggehalte van n^o. 1 in het eerste jaar; daar dit cijfer een gemiddelde is van twee zeer goed overeenstemmende analyses, kan hier moeilijk aan eene fout gedacht worden.

Dat in de eerste cultuurjaren het gehalte zooveel hoger is en vooral in April en Mei van 1903 zoo buitengemeen hoog, is niet verklaard.

In deze periode zijn de gehalten op 1 en 2 laag in vergelijking met die van de andere perceelen.

De jaargemiddelden schommelen oogenschoonlijk zonder regelmaat. In 1903—1904, wanneer de kalk-gehalten hoog zijn, zijn de kaligehalten het eveneens; evenzoo in 1901—1902.

Er spoelt met het drainwater weinig kali uit den grond.

Tabel 51.

	K.G. K_2O per H.A.
1901—1902	14,85
1902—1903	(niet bepaald)
1903	(niet berekend)
1903—1904	20,2
1904—1905	4,0
1905—1906	7,49
1906—1907	4,26
1907—1908	5,73
1908—1909	3,04
1909—1910	18,46

Zoo men uit *tabel 51* ziet zijn de verliezen uiterst gering en behoeven niet de minste zorg te wekken.

Berekent met het gemiddelde, zonder de jaren 1902—1903 en 1903, in de beschouwing op te nemen, dan blijkt, dat men 8,58 K.G. K_2O per jaar in het drainwater verliest.

De kali-huishouding is in *tabel 52* weergegeven.

Hetgeen in den oogst weggevoerd wordt, overtreft hetgeen met het drainwater wegspoelt. Totaal werd 377,49 K.G. K_2O

¹⁾ Gemiddelde van 2—6.

verloren; gemiddeld per jaar 41,94 K.G. Neemt men aan, dat de bouwlaag van 20 cM. met een gehalte aan totaal kali van 1,4 pCt. per H.A. 42 000 K.G. bevat, dan kan de cultuur nog ruim 1000 jaren op die voorraad teeren. Ook deze berekening heeft geen exacte waarde, omdat de verhouding van het kaliverlies tot de beschikbaarstelling door verweering uit het onverweerde silicaat onbekend is.

Tabel 52.

	Opgebracht in de bemesting.	aan het land ont- trokken door:		Totaal.	Totaal verlies.
		oogst.	drain- water.		
1901—1902	—	17,5	14,85	32,35	32,35
1902—1903	—	—	—	—	—
1903	—	21,8	(5) ¹⁾	26,8	26,8
1903—1904	—	70,5	20,2	90,7	90,7
1904—1905	—	68,08	4,0	72,08	72,08
1905—1906	—	41,5	7,49	48,99	48,99
1906—1907	—	—	4,26	4,26	4,26
1907—1908	—	—	5,73	5,73	5,73
1908—1909	—	90,18	3,04	93,22	93,22
1909—1910	78,0	62,98	18,46	81,44	3,46
					377,49

¹⁾ Geschat.

HOOFDSTUK VI.

De phosphorzuurhuishouding.

Omdat de meststoffen en de oogsten geanalyseerd werden, kan van de phosphorzuurhuishouding in tabel 53 een overzicht gegeven worden.

Tabel 53

	Op het land gebracht in den mest.	In den oogst onttrokken.	Winst.	Verlies.
1901—1902	69	26,6	42,4	—
1902—1903	69	17,6	51,4	—
1903—1904	—	45,7	—	45,7
1904—1905	70	39,5	31,5	—
1905—1906	102	26,4	75,6	—
1906—1907	96	—	96,0	—
1907—1908	—	—	—	—
1908—1909	—	155,1	—	155,1
1909—1910	58	41,3	16,7	—
			313,6	200,8

In het drainwater hebben we *nooit* phosphorzuur van eenige beteekenis aangetroffen. Soms gebeurde het, dat de indamprest van 2 L. in water een zwakke reactie op phosphorzuur aantoonde; de aanwezige hoeveelheid was echter niet te bepalen.

In de Uithuizermeedensche cultuur blijkt er *winst* te zijn, en wel 112,8 K.G. in de proefperiode. De winst is niet bijzonder groot en behoeft niet voor de plantenvoeding even gemakkelijk toegankelijk te blijven, zooals het phosphorzuur in den kunstmest voorkomt. Door reacties met kalk en ijzerzouten kan het surplus aan phosphorzuur zelfs voor de plant op den duur misschien geheel ontoegankelijk worden ¹⁾.

De Uithuizermeedensche zavelgrond heeft phosphorzuur behoefte; ten opzichte hiervan wordt — het blijkt uit *tabel 53* — een verstandige politiek gedreven; de cultuur teert niet op de phosphorzuurvoorraad van den bodem.

HOOFDSTUK VII.

Slotbeschouwingen en conclusies.

Heeft de opzet van de drainage proef niet geheel beantwoord aan het doel, waarmede ze opgezet werd, ze heeft ons in aanraking gebracht met een aantal vraagstukken, die op de lichte zavelstreek van Noord Groningen beteekenis hebben, terwijl bovendien in stikstofhuishouding van de zavelcultuur en de verliezen, die door uitspoeling plaats vinden, een inzicht verkregen werd.

In de eerste plaats valt er nog wel iets van den hydrologischen toestand van ons proefveld te zeggen, omdat de quaestie der grondwaterbeweging in onze alluvialen bodem een der belangrijkste is.

Dat het grondwater in een land, dat aan vier zijden door slooten omgeven is, middenin hooger staat dan aan de zijden, is een bekende zaak. In doorsnee heeft het oppervlak van het grondwater, in homogeen land, den ellipsvorm. De kromming van die ellips, (de verhouding van *a* en *b*, de lange en korte as) zal van den regenval, doch ook van de grondsoort afhangen.

De planten, midden op het perceel, verkeerden op een effen veld ten opzichte van de watervoorziening in andere omstandigheden, dan die aan de zijden. Is de grondwaterstand in den zomer van beteekenis, ook in den winter is hij van belang, omdat de structuur met eene goede ontwatering ten nauwste samenhangt.

¹⁾ Wanneer het oplosbare „phosphorzuur” in den bodem met kalk of ijzerverbindingen reacties aangaat, zullen er onoplosbare fosphaten ontstaan, die in den aanvang nog zeer goed als plantenvoedsel beschikbaar zijn, al komt het phosphorzuur er in denzelfden vorm in voor, waarin het in natuurlijke fosphaten aanwezig is, en die zooals bekend is eene geringere werking hebben. *Op den duur* worden ze voor de planten, evenals de natuurlijke fosphaten minder toegankelijk.

Dat de snelle ontwatering van ons proefveld invloed heeft op de nitraatvorming en dat zelfs in koude jaargetijden deze zeer intensief is, is genoegzaam uit de cijfers gebleken. Dat de drainage door buizen het water sneller afvoert, dan wanneer het land niet gedraineerd is, is een te algemeen bekende zaak om er lang bij stil te staan; maar in hoeverre dit verschil van invloed is op de bacteriologische en scheikundige bodemprocessen, werd niet bekend.

We hebben er op gewezen, hoe er met het regenwater in gedraineerd land lucht door den grond circuleert, welke — het kan niet ontkend worden — op het vergaan der stoppelmassa een grooten invloed hebben zal. In ongedraineerd land zal een groot deel van het water als het ware langs het oppervlak der ellipsoïde van het grondwater afgevoerd worden en de grondmassa doordringen vóór het in de sloot terecht komt, terwijl het grootste deel van de lucht naar boven ontwijken en de circulatie in den grond niet mede maken zal. In zulk land zakt het water minder spoedig weg; het zal plaatselijk opgehoopt worden, vooral midden op het perceel. De poriën en ruimten worden met water gevuld en de grond gaat in den toestand van maximale verzadiging verkeeren. Dat hierdoor en scheikundige en bacteriologische processen anders zullen zijn dan op gedraineerd land, waar als het ware eene verticale circulatie van water en lucht continu plaats grijpt, ligt voor de hand. Hoe de luchtcirculatie sterk vermindert wanneer er waterophooping plaats vindt, kon met den cylinder, welke in fig. 8 afgebeeld werd, aangetoond worden, wanneer de regentoevoer de afvoersnelheid ging overtreffen. Eindelijk, bij sterken regenval hield de luchtcirculatie op, hetgeen van te voren kenbaar werd door opborrelen van lucht aan het bodemoppervlak dat zeer nat werd.

Bij een humeuze zandgrond konden we dit in cijfers uitdrukken. Tabel 54.

Tabel 54.

mM. regenwater.	$\frac{\text{Gas}}{\text{Drw.}} \times 100$	Gas in cc.
6,4	211	679
7,6	161	600
11,3	138	768
16,7	125	1028
24,5	90	1090
39,2	65	1260
66	45	1461
78,2	35	1350
137	19	1148
211	0	0

In de eerste kolom is het aantal mM. regen aangeteekend, dat kunstmatig per etmaal op het bodemoppervlak druppelde.

In de tweede kolom is de verhouding $\frac{\text{gas}}{\text{drainwater}} \times 100$ opgeschreven, in de derde kolom het aantal cc. opgevangen gas.

Voor een zavelgrond staan ons analoge cijfers niet ten dienste, doch we hebben hetzelfde waargenomen, toen we kwalitatief een zavelgrond aan dit onderzoek onderwierpen. Deze bodemsoort was

veel eerder aan het verzadigingspunt gekomen dan de humeuze zandgrond.

Men zal de tegenwerping kunnen maken, dat de regenhoeveelheden abnormaal hoog waren, maar vergeleken met den natuurlijke toestand, was de grond in den cylinder uitmuntend gedraineerd. We toonen dan ook alleen maar met de cijfers aan, hoe de luchtcirculatie in den grond afneemt, *wanneer de snelheid van aanvoer*, die van den afvoer overtreft; *en dat gebeurt vaak in ongedraineerd land*.

Men ziet, het vraagstuk der grondwaterbeweging heeft vele zijden en mag het voor de praktijk voorloopig voldoende zijn te weten, dat 't boezempeil voor bouwland niet te hoog moet zijn, b.v.:

voor veengrond	1	tot 1,50 tot 1,80 M. ÷ 't maaiveld,
„ klei	1	„ 1,50 „ 1,80 „ ÷ „
„ roodoorn	1,75	„ 2 „ ÷ „
„ zandgrond	0,75	„ 1 „ ÷ „

zoos als eene Commissie in de Groninger Maatschappij van Landbouw en Nijverheid aangeeft ¹⁾, — wij kunnen het op grond van onze ervaring *niet* met die Commissie eens zijn, — dat „'t instellen van proefondervindelijk onderzoek” onnoodig is. Integendeel, we kunnen de urgentie van een dergelijk onderzoek niet genoeg voorstaan.

Wat de samenstelling van het drainwater betreft, zou het ons niets verwonderen, wanneer we het zakwater op ongedraineerd land van andere samenstelling bevonden dan bij gedraineerd land.

De *stikstofverliezen* door uitspoeling zijn van den regenval afhankelijk. Bij den Uithuizermeedenschen grond zijn ze niet groot en blijven belangrijk beneden de onrustbarende quantiteiten, welke door DÉHÉRAIN op den grond van Grignon gevonden werden.

Dat de stikstofverliezen op gedraineerd land grooter zouden zijn dan op ongedraineerden bodem, is mogelijk; we kunnen het niet bewijzen. De gevolgtrekking, dat de drainage om die redenen te verwerpen zou zijn, is niet te verdedigen, omdat de voordeelen van snelle ontwatering zoo enorm veel belangrijker zijn. Verliezen door uitspoeling zijn onvermijdelijk; maar onze proeven hebben geleerd, dat zelfs in natte jaren bij eene najaarsbemesting met stalmest, deze toch nog tot haar recht kan komen. ²⁾ Hoeveel er van tot haar recht komt, is uit onze cijfers niet op te maken. In 1909—1910 ging ± 30 pCt. van de stalmeststikstof verloren; niettemin was de oogst in 1910 zeer voldoende en onttrok deze een weinig meer stikstof aan den grond, dan in het drainwater uitspoelde.

¹⁾ Zie de handeling dier Maatschappij 1909/1910 blz. 105.

²⁾ Op de karwij 1902, van het veld, dat het proefveld omgeeft.

Zou de stalbemesting in een droger jaar overbodig geweest zijn?

Het is mogelijk, dat men er in de praktijk toegekomen is grootere hoeveelheden stalmest te geven dan strikt noodig is, juist omdat het rendement niet groot is; doch hieraan is niets te doen.

Men zal ons inziens het stikstofvraagstuk zoo moeten opvatten, dat men:

- 1°. aandacht aan het conserveeren van den stalmest schenkt,
- 2°. groenbemesting toepast, wanneer dit in het bedrijf uitkomt,
- 3°. het land, indien de praktijk dit toelaat, zoo lang mogelijk onder het gewas houdt,
- 4°. na zeer natte winters in het voorjaar een extra stikstofbemesting geeft.

Dat men zeker weet, dat in natte winters, vooral na organische bemesting ¹⁾, het stikstofkapitaal sterk aangesproken wordt. is hoofdzaak.

Er is scheiding te maken tusschen „bodemstikstof” en „bemestingstikstof”, als we het zoo mogen uitdrukken. Niet alle stikstof is even gemakkelijk te nitrificeeren; een deel er van zal dadelijk in ammoniak omgezet kunnen worden, (Amidestikstof); een ander deel zal zeer langzaam voor de nitrificatie toegankelijk worden. Bij de cultuur wordt telken jare het stikstof kapitaal van den grond gemobiliseerd, doordat een deel door de planten opgenomen wordt en in de afgestorven plantendeelen achterblijft, en een ander deel met den oogst het land verlaat.

De moeilijk nitrificeerbare stikstof, — de bodemstikstof — is in den Uithuizermeedenschen grond in voldoende hoeveelheid aanwezig om verscheidene oogsten te produceeren; ze is echter voor een deel beschikbaar, daarom verlangt dit kapitaal eene geregelde aanvulling.

Deze aanvulling verstandig uit te voeren is de moeilijkste opgaaft in de praktijk. Dat op ons proefveld de aanvulling ruimschoots plaats heeft gehad bleek uit de cijfers; er werd, ongerekend de stikstof in de wikken en van de klaver, 343,82 K.G. ingebracht. Onttrokken was er aan het land 707,6 K.G. Het verschil van 363,78 zal ongetwijfeld met de wikken en de klaver aangevuld zijn; de hooge gehalten van het drainwater der laatste jaren, wijzen dit uit.

Stikstofgebrek schijnt er in de eerste karwijjaren te hebben bestaan, hoewel het gemiddelde drainwatergehalte in die eerste jaren niet laag was en de karwij op een stikstofverzamelend gewas volgde, (groene erwten).

Wat de kalk betreft, moet vastgesteld worden dat, buiten de

¹⁾ Stalmest en groenbemesting.

schuld van de cultuur, jaarlijks veel verloren gaat; ruim 300 KG. per bunder is een niet te verwaarloozen quantiteit. In hoeverre de mogelijkheid bestaat, dat te eeniger tijd een bepaalde kalkbehoefte zal optreden, kunnen we niet uitmaken. Zeker is het, dat voor een achttal jaren op het Rijksproefveld bij G. BOERMA en P. RIJKENS te Pieterburen op een soortgelijken zavelgrond, de plantengroei op kalkbemesting niet reageerde.

Toch kan het niet anders, of de kalkverliezen zullen zich te eeniger tijd doen gevoelen, zij het ook in een achteruitgang van de bodemstructuur en niet in eene bepaalde kalkarmoede.

Dat de afname van het kalkgehalte invloed heeft op de structuur is reeds lang bekend; er werd door VAN BEMMELEN ¹⁾ op gewezen in zijn onderzoek der oudere kleigronden van de provincie Groningen.

Het zal daarom aanbeveling verdienen aan dit punt bijzondere aandacht te besteden en zelfs een onderzoek daarnaar in te stellen.

Aanvankelijk zal het bijv. goed kunnen zijn in plaats van chilisalpeter kalksalpeter als hulpmeststof aan te wenden, omdat men hiermede de kalk in een nuttigen vorm in den grond brengt. De jaarlijksche verliezen door uitspoeling worden echter hierdoor niet gerestitueerd.

De kaliverliezen zijn gering; de grond bevat voor jaren nog voorraad daaraan. Kalibehoefte hebben deze gronden nog niet, hetgeen ook uit bemestingsproeven blijkt.

De phosphorzuurbemesting remplaceert ten ruwe beschouwd, hetgeen de oogst aan het land onttrekt.

Tot nog toe is alleen sprake geweest van stikstof, kalk, kali en phosphorzuur; andere bestanddeelen zijn niet bepaald. Magnesium wordt in zeer geringe hoeveelheid in 't drainwater aangetroffen, zoodat de verliezen enkele kilogrammen per jaar zullen bedragen.

Het vraagstuk van de uitspoeling is in principe een onderdeel van dat van de verweering; een vraagstuk, dat voor onze kleigronden één der allerbelangrijkste genoemd mag worden en met den naam „kleivraagstuk” aangeduid kan zijn.

Nieuwe aangeslibde gronden zijn gewoonlijk die, welke aanvankelijk geene bemesting behoeven; men drijft rooibouw daarop, hetgeen ten volle veroorloofd is, omdat bemesting dwaasheid zou zijn. Na lange cultuur zijn onze beste kleigronden mestgierig geworden ²⁾. Ook zelfs, wanneer die gronden met stalmest alleen gemest worden, omdat de stalmest niet remplaceert wat de oogst er afhaalt. Het ontstane te kort wordt door de kunstmeststoffen gedekt; het zijn in hoofdzaak stikstof- en phosphorzuurhoudende verbindingen. De be-

¹⁾ Scheik. ond. G. J. MULDER, 1868 l. c.

²⁾ Men denke bv. aan de oudere dollarpolders, zie o. a. v. BEMMELEN l. c.

mestingskwestie is hiermede in eene nieuwe phase gekomen, omdat men in den kunstmest *niet alleen* die bepaalde verbindingen op het land brengt, waaraan behoefte ontstond, doch ook tal van stoffen, die de plant niet noodig heeft, en die in den grond veranderingen ondergaan en te weeg brengen. Zoo heeft van de bestanddeelen van chilisalpeter (salpeterzuurnatrium) de plant hoofdzakelijk de salpeterzuurrest noodig en neemt een groot deel van het natrium niet op; dit laatste blijft in den bodem achter aan koolzuur gebonden, zal alkalisch reageeren en met de bodemconstituenten reacties aangaan. Een bekend gevolg van deze reactie is het „dichtslibben” van den grond. 1) Er heeft zich in den bodem een colloïdaal natron-silicaat gevormd, dat in hooge mate de eigenschap bezit, de grond „slempig” te maken.

Zwavelzure ammoniak heeft de eigenschap, den bodem zuur te maken 2), omdat de ammoniak, hetzij vóór of na de nitrificatie, door de plant verbruikt wordt en het zwavelzuur grootendeels achter blijft. Zoowel het eene als het andere verschijnsel treedt niet op na eene enkele bemesting met chilisalpeter of zwavelzure-ammoniak; doch na herhaalde aanwending dier stoffen.

Welke veranderingen b.v. door geforceerden bietenbouw, waarbij veel chilisalpeter gebruikt wordt, in den kleigrond te wachten staan, is uit het bovenstaande op te maken.

In superphosphaat zijn stoffen aanwezig, als gips, vrij zwavelzuur enz., in slakkenmeel ijzer, calcium- en andere verbindingen, die met de bodem-constituenten kunnen reageeren.

De zouten zullen een niet geringen invloed op den grond hebben, omdat ze met de zeolitische silicaten uitwisselingsreacties aangaan.

Zoo zal van het chloorkalium b.v. bijna alle kali vastgelegd worden, terwijl van een bodemalkali, b.v. kalk, een aequivalent deel in oplossing komt en aan chloor gebonden wordt. Dit gevormde chloor-calcium zal in den ondergrond spoelen. Het geabsorbeerde kalium zal door de plant opgeëischt worden.

Bij bemesting met chilisalpeter zal men dezelfde uitwisselingsreactie kunnen verwachten, doordat het natrium vastgelegd wordt en b.v. kalk aan de salpeterzuurrest gebonden wordt. Dan heeft de vorming van het colloïdale natronsilicaat vóór de nitrificatie plaats.

Er zijn nog tal van bodemreacties denkbaar.

Het vermogen van opnemen en afstaan is een der belangrijkste eigenschappen; dat de bodem daarbij geen indifferente rol speelt, is duidelijk. Bedenkt men daarbij, dat er jaarlijks door uitspoeling en in den oogst van den bodem afgaat, wat er niet in denzelfden vorm in teruggebracht wordt, zoodat de grond in zijn samenstelling — dat is kwalitatief — verandert, dan zal men inzien, dat het

1) KRÜGER. Landw.sch. Jahrb. 1905.

2) o. a. te Rothamsted aangetoond door HALL MILLER, GIMMINGTON.

vraagstuk van den rooibouw tot het eigenlijke „kleivraagstuk” teruggebracht is.

Onze alluviale gronden zijn een verweeringsproduct en zijn nog steeds in verweering begrepen, vooral onder den invloed van den plantengroei, welke voor aanwezigheid van koolzuur in den bodem zorg draagt. Door de bemesting — vooral wanneer hulpmeststoffen gebruikt worden — wordt de verweering in eigenaardige banen geleid, die het kleivraagstuk compliceeren. In de bemestingspraktijk wordt niet altijd aan dezen gang van zaken de noodige aandacht geschonken.

Het drainwateronderzoek te Uithuizermeeden stemt tot nadenken in die richting Is de samenstelling van den oogst en het drainwater niet een beeld van de veranderingen in den grond? Jammer is het, dat we door den abnormalen waterafvoer onzer perceelen niet in staat zijn de absolute verliezen te berekenen.

Hoeveel dichter zou men bij een juist inzicht komen, wanneer men over gesloten drainage-perceelen beschikte, gevuld met verschillende grondsoorten?

Conclusies.

1. De grondwaterbeweging in het proefveld is niet normaal gebleken en heeft veroorzaakt, dat de afvoercijfers der perceelen zeer uiteenloopen. Toch kan aan de cijfers van perceel 2 eene groote waarde toegekend worden, omdat dit perceel blijkens de grondwaterstandsmetingen regelmatig ontwaterd wordt. Bovendien biedt het feit, dat de perceelen 3 Aren meten, een voordeel boven de 75-maal kleinere veldjes der Engelsche en Fransche proeven.

2. Het vraagstuk der grondwaterbeweging in onze alluviale bodems verdient alle aandacht; de behandeling er van zal in staat kunnen zijn, meer inzicht te geven in de verbetering van den physischen toestand van den grond door snelle ontwatering (drainage). In dit verband is een *nader onderzoek van de meest gewenschte hoogteligging boven polderpeil zeker op zijn plaats.*

Bij het leggen van draineerbuizen zal men rekening kunnen houden met het feit, dat het grondwater midden in een perceel *hooger staat* dan aan de slootzijden. Men geve aan de buizen de helling, die het grondwateroppervlak onder normale omstandigheden heeft.

De voorkeur verdient het stelsel van verzamelbuizen met vier uitloozingen op de vier hoeken van een perceel als het onze.

De verzamelbuizen moeten gelegd worden met eene geringe helling, — b.v. 10 cM op 100 M. —, evenals de verbindingsstralen. De buizenreeksen, welke naar het midden van het perceel reiken, legt men vanaf het midden met steeds grootere helling, als bij een ellips, naar de zijden. In een geval als het onze, zal men het hoogste punt, midden op het veld, b.v. 40 cM. boven het peil der uitloozingen kunnen stellen. Heeft men de uitloozingen als uitgangspunten b.v.

best. l. t. l.
dal l. p. n.

op 1,40 M. beneden het maaiveld geprojecteerd, dan zal het hoogste punt midden in het perceel op 1 M. liggen en van daaruit naar alle zijden de buizen in ellipsvorm tot $\pm 1,40$ M. \div maaiveld hebben.

3. De stikstofverliezen op gedraineerd land door uitspoeling, waren in den Uithuizermeedenschen grond niet groot en lagen belangrijk beneden de quantiteiten, die in Rothamsted en Grignon gevonden waren. De verliezen hangen in de eerste plaats af van den regenval in den winter, wanneer de vegetatie en de verdamping weinig beteekenen, en in de tweede plaats van de hoeveelheid nitrificabele materie.

Alleen in zeer vochtige jaren is bij aanwezigheid van een groot kwantum nitrificabele stoffen groot verlies te vreezen, hetgeen na den verbouw van vlinderbloemige gewassen, de aanwending van groene bemesting en stalmest het geval is.

4. In de zomermaanden, wanneer het land onder gewas staat, wordt zelden drainwater opgevangen, zoodat geene verliezen door de drainbuizen geleden werden. In hoeverre er verliezen door verzakking plaats hadden, kunnen we niet aangeven; mochten ze bestaan, nimmer zijn ze te ondervangen. Practische waarde aan de kennis er van, is er niet aan te ontleenen.

5. De nitrificatie gaat 's winters geregeld voort; den invloed, welke hooge temperaturen op dit proces hebben, blijktens de proeven te Rothamsted en Grignon, hebben we niet waargenomen, omdat bijna uitsluitend 's winters drainwater verzameld werd, wanneer de temperatuur laag is.

6. *De voortdurende vorming van nitraten in vochtige perioden, vaak ondanks temperaturen, die even boven het vriespunt liggen, moeten we aan de luchtcirculatie toeschrijven, die op gedraineerd land, blijktens oriënteerende proeven, van beteekenis moet zijn.*

7. Het grondwater op ongedraineerd land heeft mogelijk eene andere samenstelling dan op gedraineerd land.

8. *Dat de drainage om de uitspoelingskansen onvoordeelig zoude zijn, blijkt uit onze proeven niet.*

9. De stikstof, die jaarlijks met den regen op het land komt, heeft quantitatief weinig beteekenis en bedraagt gemiddeld enkele K.G. per H.A.

10. De kalk, welke in den oogst aan het land onttrokken wordt, is in den mest gerestitueerd geweest; de verliezen door uitspoeling zijn echter groot en bedragen gemiddeld 300 K.G. per H.A.

Het kalkvraagstuk op onze oudere poldergronden verdient alle aandacht.

Voorloopig schijnt het rationeel, kalkhoudende kunstmeststoffen aan te wenden; in dit opzicht zal kalksalpeter boven chilisalpeter voorkeur verdienen; bovendien zal deze maatregel het „slempig”

worden (vorming van het colloïdale natronsilicaat) van den bodem kunnen keeren.

11. Ten opzichte van de kali wordt roofbouw gedreven, hetgeen zonder bezwaar geschieden kan. De verliezen door uitspoeling zijn gering en bedragen enkele kilogrammen per bunder per jaar.

12. In de phosphorzuurhuishouding is door de bemesting een winst. Of dit surplus overbodig gegeven werd, is niet uitgemaakt. Phosphorzuur wordt niet uitgespoeld

13. Het vraagstuk der uitspoeling behoort tot het eigenlijke „klei-vraagstuk” en heeft door de toepassing van den kunstmest op oudere kleigronden eene bijzondere beteekenis gekregen.

14. De conclusies zijn gesteld naar aanleiding van een onderzoek, dat onder bepaalde omstandigheden uitgevoerd werd. Ze zijn in hare algemeene strekking niet voor generalisatie vatbaar, hetgeen in het bijzonder voor de conclusies 3, 4, 10, 11 en 12 geldt.

Datum.	Liters.						Mg	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.
1901.								
22 November . . .	2047	2047	1904	2047	3142	3427	14,5	14,5
23 " . . .	2068	2085	1495	2104	1580	1771	12,45	11,5
25 " . . .	1790	1314	1238	1418	1285	876	10,4	7,5
28 " . . .	1476	1390	819	1809	885	733	9,5	9,5
2 December . . .	1885	1809	1780	1856	1733	1228	7,5	9,5
6 " . . .	1266	1637	962	1733	1247	466	10,—	9,5
9 " . . .	1875	1571	1438	1961	1429	1305	10,6	9,5
10 " . . .	1114	1209	952	1676	1361	1246	10,75	11,5
11 " . . .	2333	2246	3751	2266	4027	3808	12,4	13,5
12 " . . .								
13 " . . .								
14 " . . .	3456	3304	2666	3599	3446	3008	10,9	13,5
16 " . . .	3875	3656	2657	4170	3104	2770	10,6	11,5
18 " . . .								
24 " . . .								
27 " . . .	3170	3065	2494	3551	2561	2113	12,—	12,5
28 " . . .	4551	4322	3723	5017	4398	3789	11,—	10,5
31 " . . .								
1902.								
2 Januari . . .	3532	3123	2694	3666	3275	2789	11,—	11,5
3 " . . .	3275	3113	2961	3370	3227	2952	11,4	9,5
4 " . . .								
6 " . . .								
7 " . . .	3513	3170	2599	3713	3199	2228	10,6	12,5
9 " . . .	2361	2237	1429	2961	2037	876	9,—	9,5
11 " . . .								
14 " . . .								
20 " . . .	923	876	324	885	352	—	9,—	9,5
24 " . . .	2932	2989	2542	3456	2970	1790	10,7	10,5
28 " . . .	3313	3008	2970	3284	3008	2256	8,6	11,5
30 " . . .								
1 Februari . . .	857	714	419	933	543	267	8,6	11,5
7 April . . .	3913	3998	3913	4132	3846	3684	15,—	13,5
8 " . . .	2942	2837	2037	3370	2761	1866	12,4	10,5
9 " . . .								
16 " . . .								
	58462	55711	47762	72495	55416	45249		

1) Deze totalen werden verkregen uit de optelling van 't aantal grammen N, uitgedrukt in optelling zooals ze uit de weergegeven cijfers gedaan kan worden, andere totalen vinden dan er nuste

ABEL. N°. I.

11—1902.

Liter.				Grammen N per veldje (300 M²).					
3.	4.	5.	6.	1.	2.	3	4.	5.	6.
2,4	15,6	13,7	10,6	29,68	29,27	80,73	31,93	43,05	36,33
9,—	9,—	9,2	7,75	25,75	22,94	28,41	18,94	14,54	13,73
5,1	7,2	7,2	7,1	18,62	9,20	18,69	10,21	9,25	6,22
17,5	6,—	6,4	6,3	14,02	12,51	14,33	10,85	5,66	4,62
16,—	5,9	6,7	8,—	14,14	17,—	28,48	10,95	11,61	9,82
16,4	6,—	7,—	8,2	12,66	15,29	15,78	10,40	8,73	3,82
15,6	6,—	8,—	9,8	19,88	15,24	22,44	11,77	11,43	12,79
15,8	6,6	7,7	8,5	11,98	13,54	15,04	11,06	10,48	10,59
17,8	7,7	8,6	7,—	28,93	29,65	66,77	17,45	34,63	26,66
18,8	5,6	7,4	7,4	37,67	43,94	50,10	20,15	25,50	22,26
16,6	6,8	7,1	7,4	41,08	40,95	44,11	28,36	22,04	20,50
17,4	5,8	8,6	10,3	38,04	36,78	43,41	20,60	22,02	21,76
18,1	7,9	8,9	8,8	50,06	47,11	67,39	39,63	39,14	33,34
17,1	7,9	8,3	8,7	38,85	34,67	46,07	28,96	27,18	24,26
18,2	8,2	8,7	8,9	37,33	30,82	53,89	27,63	28,07	26,27
15,9	7,6	8,2	8,2	37,24	40,26	41,32	28,22	26,23	18,27
16,—	6,7	7,6	9,—	21,25	20,58	22,86	19,84	15,48	7,88
16,—	6,7	7,6	—	8,31	8,06	5,18	5,93	2,68	—
19,—	8,2	9,—	10,9	31,37	29,89	48,30	28,34	26,73	19,51
16,8	7,6	8,7	9,—	28,49	33,39	49,90	24,96	26,17	20,30
16,8	7,6	8,7	9,—	7,37	7,93	7,04	7,09	4,72	2,40
26,—	12,5	17,—	13,—	58,70	51,97	101,74	51,65	65,38	47,89
19,—	10,2	12,—	11,—	36,48	29,22	38,70	34,37	33,13	20,53
				647,90 ¹⁾	620,21 ¹⁾	910,68 ¹⁾	499,29 ¹⁾	513,85 ¹⁾	409,75 ¹⁾

decimalen. Gemakshalve zijn deze cijfers nu in twee decimalen weergegeven. Daarom zal men bij de de afwijking bepaalt zich slechts tot de tweede decimaal.

DRAINWAT**Winterseme**

Datum.	Liters.						Mg	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.
1903.								
5 Januari	1228	1209	933	1790	1285	828	12,1	10,
7 "	2418	2570	2837	3522	3389	3332	12,2	11,
8 "								
10 "								
14 "	2723	2780	2228	3427	2904	1990	10,1	9,
5 Maart	1371	1285	1266	1704	1609	1095	9,1	6,
6 "	3522	3570	2246	4208	3913	3627	10,3	7,
9 "								
13 "	1276	1142	714	1590	952	466	9,9	7,
	12538	12556	11224	16241	14052	11338		

Zomerseme

1903.								
25 April	3265	3580	3313	4227	4236	3722	8,9	5,
27 "								
29 "								
2 Mei	2237	2551	1875	3123	2723	1828	8,1	6,
7 "	2656	2961	2047	3589	2761	1523	9,1	6,
11 "								
15 "	219	324	181	390	267	248	9,1	6,
	8377	9416	7416	11329	9987	7321		

1) Zie noot pag. 216 en 217.

BEL. N^o. II.

2—1903.

Liter.				Grammen N per veldje (300 M ²).					
3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
5,5	11,8	16,5	12,5	14,86	12,82	23,79	21,12	21,20	10,35
10,1	10,7	14,5	11,7	29,50	29,04	57,02	37,69	49,14	38,98
12,3	8,—	9,8	9,7	27,50	25,30	49,68	27,42	28,46	19,30
9,7	6,—	10,2	9,9	12,48	7,84	24,94	10,22	16,41	10,84
6,9	6,5	10,2	9,9	36,28	27,85	54,86	27,85	39,91	35,91
5,3	6,6	9,7	8,9	12,63	8,34	10,92	10,49	9,23	4,15
				133,25	111,18	221,22	134,29	164,36	119,53

3.

14,6	5,7	9,6	8,3	29,06	20,76	48,37	24,09	40,67	30,89
12,2	5,6	9,—	7,6	18,12	15,31	22,88	17,49	24,51	13,89
11,4	5,9	8,6	7,3	24,17	19,25	23,34	21,18	23,75	11,12
11,4	5,9	8,6	7,3	1,99	2,11	2,06	2,30	2,30	1,81
				73,34 ¹⁾	57,44 ¹⁾	96,64 ¹⁾	65,06 ¹⁾	91,23 ¹⁾	57,71 ¹⁾

Datum.	Liters.						Mg	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.
1903.								
7 Augustus . . .	1266	1209	1000	1866	1618	1390	8,7	4,
16 September . . .	1390	1342	1352	1733	1656	695	7,7	3,
6 October . . .	2818	3208	2951	3560	3361	2942	8,9	4,
7 " . . .								
8 " . . .	2285	2485	2437	2761	—	2894	10,8	7,
9 " . . .								
10 " . . .	2694	2932	2789	3170	3256	3027	10,3	7,
12 " . . .								
13 " . . .	885	1418	981	1599	1466	1647	9,9	7,
15 " . . .	3922	4113	4284	4522	4770	4094	10,6	7,
16 " . . .								
19 " . . .	2789	3246	3027	3408	3208	3084	10,5	7,
20 " . . .								
22 " . . .	2789	2932	2989	3322	3218	2827	10,2	7,
24 " . . .								
26 " . . .	3132	3313	3342	3599	3456	3008	9,7	7,
29 " . . .								
3 November . . .	1618	1685	1580	1742	1476	714	9,2	6,
21 " . . .	1504	1752	1723	1799	1533	571	9,2	6,
23 " . . .								
25 " . . .	3532	3732	3694	3884	3665	3580	11,6	7,
26 " . . .								
28 " . . .	2980	3113	3151	3637	3418	3227	10,9	8,
30 " . . .								
2 December . . .	3361	3646	3560	4113	3960	3503	14,1	9,
7 " . . .	1523	1523	1285	1780	1419	685	11,1	8,
10 " . . .	3160	3227	3218	3789	3446	3332	11,7	9,
11 " . . .								
12 " . . .	1038	990	1114	1237	1371	1095	12,9	11,
18 " . . .	3151	3180	2799	3599	3132	2294	4,6	6,
1904.								
18 Januari . . .	2047	2152	2009	2152	1904	1866	12,9	11,
19 " . . .	2970	3522	2932	3655	3399	2913	13,4	13,
21 " . . .	952	1057	695	1143	790	200	14,4	11,
26 " . . .	3275	3932	3189	4341	3751	2928	17,7	14,
10 Februari . . .								
12 " . . .	3170	3665	3256	3856	3389	2799	15,8	13,
15 " . . .								
17 " . . .	3370	3760	3380	3884	3513	3218	15,2	13,
20 " . . .								
22 " . . .	4046	4065	3551	4912	4436	2761	14,8	14,
23 " . . .								
25 " . . .								
29 " . . .								
	65667	71199	66288	79063	70611	59794		

1) Zie noot pag. 216 en 217

BEL. N^o. III.

3—1904.

Liter.				Grammen N per veldje (300 M ²).					
3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
9,6	5,—	9,—	7,1	11,01	5,44	9,6	9,33	14,56	9,87
3,7	3,3	6,4	5,6	10,70	4,16	11,76	5,72	10,60	3,89
9,5	5,2	8,5	7,7	25,08	14,76	28,04	18,51	28,57	22,65
0,7	7,5	—	9,—	24,68	18,14	26,08	20,71	—	26,05
0,—	7,7	10,2	9,7	27,75	21,11	27,89	24,41	33,21	29,36
0,1	7,8	10,4	9,4	8,76	10,35	9,91	12,47	15,25	15,48
0,3	8,—	10,5	9,9	41,57	32,08	44,13	36,18	50,09	40,53
0,—	8,2	10,5	10,2	29,29	25,32	30,27	27,95	33,68	31,46
0,5	8,—	9,9	10,1	28,45	22,58	31,39	26,58	31,86	28,55
9,5	8,—	9,6	10,4	30,38	24,85	31,75	28,79	33,18	31,28
9,—	8,1	9,6	10,5	14,89	11,12	14,22	14,11	14,17	7,50
9,—	8,1	9,6	10,5	13,84	11,56	15,51	14,57	14,72	6,—
1,5	9,6	8,8	11,8	40,97	28,74	42,48	37,29	32,25	42,24
1,6	9,6	9,8	11,2	32,48	27,39	36,55	34,92	33,50	36,14
1,8	9,6	10,1	11,—	47,39	33,18	42,01	39,49	39,99	38,53
1,7	9,6	10,4	11,1	16,91	12,56	15,04	17,09	14,76	7,60
1,9	10,2	11,4	10,9	36,97	31,63	38,29	38,65	39,28	36,32
4,6	11,3	12,9	14,5	13,39	11,29	16,26	13,98	17,69	15,88
0,2	7,—	7,9	11,8	14,50	21,31	28,56	25,19	24,74	27,07
4,6	11,3	12,9	14,5	26,41	24,53	29,33	24,32	24,56	27,06
6,—	12,2	13,2	14,6	39,80	45,79	46,91	44,59	44,87	42,53
3,7	11,7	11,9	14,7	13,71	11,84	9,52	13,37	9,40	2,94
9,2	14,5	15,2	16,4	57,97	56,23	61,23	62,95	57,02	39,82
5,7	12,7	13,2	17,4	50,09	49,84	51,12	48,87	44,74	48,70
5,6	12,5	12,7	14,1	51,22	50,76	52,73	48,55	44,62	45,37
5,—	13,—	13,2	15,—	59,88	56,91	53,27	63,86	58,56	41,42
				768,07 ¹⁾	664,43 ¹⁾	803,85 ¹⁾	752,42 ¹⁾	764,84 ¹⁾	704,25 ¹⁾

DRAINWAT

Winterseme

Datum.	Liters.						Mg	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.
1905.								
11 Januari	1828	1875	1618	1866	1685	1409	8,3	6,8
12 " 	1618	1714	1599	1828	1714	1628	6,7	7,5
14 " 	1333	1285	1123	1495	1361	942	6,7	7,4
6 Februari	1790	1637	1352	1866	1533	771	7,3	9,1
13 " 	1676	1542	1247	2209	1476	486	9,5	10,9
17 " 	1342	1457	1057	1695	1228	923	9,4	10,6
22 " 	1542	1333	1142	1771	1380	533	9,2	8,8
11 Maart	2532	2466	2218	3142	2656	1942	11,9	10,5
13 " 								
16 " 								
20 " 	3132	3218	3085	3618	3456	2913	12,6	11,-
22 " 								
12 April	1809	1856	1704	1923	1723	1047	13,3	10,5
15 " 	1200	1295	1171	1666	1485	857	12,4	10,4
	21049	20925	18458	24793	21135	14374		

1) Zie noot pag. 216 en 217.

ABEL. N^o. IV.

4—1905.

Liter.				Grammen N per veldje (300 M ²).					
3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
7,7	4,2	6,4	12,5	15,17	12,75	12,46	7,84	10,78	17,61
5,4	7,6	7,7	9,1	10,84	12,86	8,64	13,89	13,20	14,82
6,4	7,6	8,2	10,6	8,93	9,51	7,19	11,36	11,16	9,99
6,7	9,6	10,3	15,—	13,07	14,90	9,06	17,91	15,79	11,57
7,8	10,2	10,6	15,4	15,92	15,42	9,73	22,53	15,65	7,48
8,—	10,6	10,9	15,—	12,62	15,44	8,46	17,97	13,39	13,85
7,3	8,2	9,7	12,6	14,19	11,73	8,34	14,52	13,39	6,72
0,2	9,6	11,8	10,8	30,13	25,40	22,62	30,16	31,34	20,97
1,4	8,3	9,6	10,3	15,09	12,22	13,02	14,23	13,81	9,51
2,2	8,3	10,2	12,—	39,46	35,40	37,64	30,03	35,25	34,96
4,1	13,5	11,8	12,2	24,06	19,12	24,03	25,96	20,33	12,77
4,2	9,3	11,—	12,3	14,88	13,47	16,63	15,49	16,34	10,54
				214,36 ¹⁾	198,21 ¹⁾	177,79 ¹⁾	221,90 ¹⁾	210,41 ¹⁾	170,77 ¹⁾

Datum.	Liters.						M _g
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
1905.							
25 October	1723	1904	1190	1790	1476	1342	10,7
28 "	2066	2199	1457	2199	1333	476	9,6
31 "	3784	4103	2677	3989	2809	1816	11,9
29 November . . .	1752	1885	1771	1761	1695	1181	9,8
11 December . . .	1875	1904	1856	1952	1761	1685	9,8
14 "	1295	1438	1380	1599	1438	859	
1906.							
8 Januari	1933	2047	1990	2066	1895	1799	11,—
9 "	962	1209	1133	1257	1095	1047	10,9
11 "	1837	2085	2104	2180	2123	1875	9,8
13 "	1390	1428	1447	1580	1618	1361	9,8
13 "	2228	2294	2256	2323	2304	2180	9,—
15 "	1104	1219	1152	1285	1342	1238	9,2
17 en 18 Januari . .	1914	2418	1399	2437	2570	2428	10,1
19 "	1914	2275	2171	2209	2085	2075	9,3
19 en 20 "	2113	2685	2656	2542	2961	2885	8,1
20 "	4903	5788	5598	5617	5941	5855	7,3
22 "	1895	2237	2209	2332	2466	2342	7,4
22 en 23 "	1076	1152	1047	1238	1181	1019	6,8
24 "	1628	1599	1390	1761	1580	1019	7,2
27 "	1371	1304	1466	1837	2152	1228	8,1
30 "	1133	1238	1161	1599	1495	1200	6,9
30, 31 en 1 Februari	1057	1152	1114	1495	1428	1114	7,8
3 Februari	1323	1419	1352	1637	1599	1323	6,9
5 "	1219	1257	1142	1533	1495	876	7,2
8 "	1866	1923	1895	1961	1828	1742	7,2
12 "	971	1000	1038	1142	1257	1009	8,1
13 "	1342	1238	1209	1533	1514	971	6,9
16 "	1742	1866	1818	1923	1923	1733	7,8
19 "	838	904	876	1152	1047	952	6,9
20 "	1171	1133	1152	1419	1371	1057	7,3
22 "	1342	1380	1228	1714	1466	743	7,1
26 "	1466	1523	1504	1809	1666	1009	5,7
28 " en 1 Mrt. . . .	1523	1504	1390	1704	1637	1047	
13 en 5 Maart . . .	2485	2513	2437	2866	2704	1123	
17 "							
19 "							
	54457	59120	54988	63452	61446	49829	

1) Zie noot pag. 216 en 217.

BEL N^o. V.

5—1906.

Liter.				Grammen N per veldje (300 M ²).					
3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
3,1	6,9	10,3	4,9	18,49	8,28	10,85	12,42	15,08	6,51
3,—	7,7	10,4	5,6	19,93	11,56	14,52	16,87	13,80	2,65
3,2	7,1	9,—	6,8	20,88	13,48	16,23	12,48	15,23	8,01
3,1	6,1	8,5	6,4	31,16	18,31	26,32	21,70	27,10	16,41
3,7	6,7	7,8	6,6	31,83	18,95	27,03	22,35	23,36	18,92
3,6	7,3	7,5	7,3	19,98	13,38	18,—	15,98	15,95	13,75
3,1	6,4	7,0	6,6	13,64	8,59	11,72	10,09	11,38	9,01
3,5	7,4	7,4	7,1	21,88	14,43	9,24	17,07	17,07	15,38
3,3	6,4	7,—	7,1	9,92	7,52	9,57	8,25	9,35	8,78
3,4	6,5	6,9	5,6	35,17	31,09	30,12	30,59	32,30	25,33
3,5	6,5	7,4	7,5	21,44	19,62	25,19	16,52	21,82	21,61
3,4	7,2	7,5	7,7	45,66	39,74	46,79	40,24	44,34	45,09
3,7	7,3	7,—	7,8	24,—	20,55	21,78	26,11	25,53	26,05
3,—	5,3	6,5	5,6	11,88	8,40	8,31	9,25	10,31	5,72
3,4	6,—	6,2	5,4	18,57	12,18	16,74	20,71	22,62	13,20
3,9	6,0	6,3	6,5	16,10	14,29	16,98	18,92	19,02	15,90
3,7	5,9	7,2	6,6	8,76	7,32	7,60	9,11	10,74	5,78
5,6	6,2	6,2	6,2	13,53	9,87	10,53	12,08	11,26	10,73
7,3	6,4	6,5	6,5	7,88	6,01	7,55	7,28	8,16	6,55
3,5	5,9	6,4	6,1	9,29	7,24	7,87	8,97	9,76	5,91
6,4	5,7	5,8	6,1	20,18	16,87	17,21	17,44	17,20	16,51
5,8	5,5	6,3	6,0	8,02	6,33	6,64	7,85	8,57	6,35
5,6	5,5	5,6	6,2	9,81	8,34	6,90	9,42	8,24	4,62
6,2	5,6	6,6	6,5	21,20	18,56	17,91	19,85	21,64	13,36
5,9	5,7	5,9	6,9	14,27	15,05	14,30	16,46	15,86	7,75
				473,44 ¹⁾	355,96 ¹⁾	405,89 ¹⁾	408,— ¹⁾	435,67 ¹⁾	329,87 ¹⁾

DRAINWAT

Winterseme

Datum.	Liters.						Mg.	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.
1906.								
1 December . . .	1752	1752	1418	1894	1599	771	7,4	8,
3 " . . .	1019	1152	962	1428	1133	819	7,3	10,
5 " . . .	1038	1371	1180	1580	1428	1247	8,—	8,
7 " . . .	1180	1476	1228	1666	1466	1133		
9 " . . .	1152	1418	1200	1752	1533	1019	7,5	8,
11 " . . .	1057	1418	1247	1552	1504	1323		
13 " . . .	1323	1628	1438	1875	1723	1609	7,6	9,
13 " . . .	1504	1961	1866	1942	1914	1866		
15 " . . .	1295	1761	1676	1856	2018	1914	7,0	7,
17 " . . .	1799	2056	1771	2237	2094	1780		
19 " . . .	1380	1418	1142	1714	1409	819	6,6	5,
1907.								
4 Januari	1238	1685	847	1428	1323	1371	5,7	5,
21 Februari . . .	1666	1923	1190	1533	1618	666	6,—	6,
23 " 	1047	1323	1085	1304	1238	1142		
25 " 	1285	1485	1390	1590	1609	1418	6,7	6,
27 " 	1352	1504	1333	1580	1552	1276		
5 Maart	1599	1666	1285	1771	1580	743	6,6	4,
13 " 	1314	1552	1057	1790	1171	324	5,5	5,
18 " 	1752	1914	1828	1923	1790	1733		
	25752	30463	25143	32415	29702	22973		

1) Zie noot pag. 216 en 217.

BEL. N^o. VI.

—1907.

Liter.				Grammen N per veldje. (300 M ²).					
3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
,3	10,2	7,4	8,4	12,91	15,19	11,79	19,36	11,87	6,50
,3	11,6	7,—	10,1	7,45	11,57	10,84	16,59	7,90	8,23
,3	9,6	7,2	7,8	17,78	25,15	24,76	31,30	20,85	18,56
,5	8,5	7,2	9,4	16,55	22,64	20,89	28,20	22,00	22,00
,0	8,6	7,4	9,2	21,53	32,39	26,37	32,81	27,02	32,01
,7	7,3	7,1	8,3	21,76	29,14	26,52	30,01	29,16	30,64
,6	6,6	6,—	8,4	9,12	8,01	8,72	11,33	8,40	6,89
,9	5,7	6,3	2,9	7,06	9,00	5,81	8,15	8,27	4,00
,4	7,—	5,8	5,7	16,31	19,90	14,49	19,78	16,48	10,32
,5	6,8	7,0	7,3	17,59	17,79	20,46	21,53	22,23	19,59
,3	5,4	6,9	7,1	10,48	7,89	8,04	9,53	10,97	5,26
,9	6,—	5,5	7,—	17,01	19,23	19,92	22,16	16,43	14,44
				175,53 ¹⁾	217,89 ¹⁾	198,61 ¹⁾	250,75 ¹⁾	201,58 ¹⁾	178,44 ¹⁾

DRAINWAT

Winterseme

Datum.	Liters.						Mg	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2
1907.								
12 December . . .	2580	2742	2275	1476	1485	1733	7,4	6
16 " . . .	2047	2123	2018	2123	1933	1847	8,1	7
18 " . . .	1790	1847	1771	1923	1723	1656	8,7	7
21 " . . .	1942	2009	1885	2047	1875	1790	9,—	6
23 " . . .	1714	1790	1533	1904	1780	1647		
24 " . . .	1238	1333	1104	1438	1361	1161	9,4	6
27, 28 " . . .	2428	2447	2228	2608	2285	2056		
1908.								
18 Januari . . .	1828	1885	1790	1885	1723	1219	9,4	7
30 " . . .	1656	1618	1323	1476	333	1599	10,4	7
3 Februari . . .	1809	1942	1837	1961	1790	1695	10,4	7
6 " . . .	1790	1933	1828	1952	1828	1742		
8 " . . .	1418	1618	1323	1676	1542	1314	8,8	7
17 " . . .	1666	1742	1323	1790	1580	771	8,3	6
21 " . . .	1552	1885	1552	1885	1656	971	9,1	7
24 " . . .	1561	1866	1647	1885	1714	1333	10,8	8
27 " . . .	1447	1656	1342	1599	1457	1000	8,8	7
3 Maart. . . .	1952	2056	1971	2085	1904	1809	9,2	8
4 " . . .	1628	1837	1704	1837	1676	1485		
7 " . . .	1152	1276	1123	1380	1247	866	9,0	8
9 " . . .	1666	1856	1714	1885	1733	1599	9,1	9
10 " . . .	1247	1704	1618	1761	1704	1637		
12 " . . .	1942	2085	1990	2075	1942	1904	9,4	9
13 " . . .	1238	1590	1533	1676	1647	1618		
14, 16 " . . .	2094	2085	1837	2294	2037	1552	9,0	8
31 " . . .	1637	1571	1171	1561	1266	267	8,0	8
	43022	46496	41440	46182	41221	36271		

1) Zie noot pag. 216 en 217.

ABEL. N^o. VII.

7—1908.

Liter.				Grammen N per veldje. (300 M ²).					
3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
7,2	8,1	6,6	6,8	19,16	17,63	16,89	12,01	9,84	11,76
3,4	7,9	7,6	6,9	16,64	15,04	17,03	16,67	14,76	12,69
3,7	7,3	8,3	7,1	15,59	12,96	15,37	13,97	14,36	11,83
7,8	6,9	7,9	6,8	32,75	25,86	26,66	27,16	28,87	23,40
7,9	7,1	8,5	6,7	34,51	23,63	26,16	28,89	30,83	21,60
7,6	6,7	9,1	6,4	17,24	13,28	13,65	12,58	15,72	7,77
7,8	7,5	10,2	6,2	17,25	12,38	10,29	11,01	3,38	9,87
7,7	7,8	9,2	7,4	37,37	29,10	28,36	30,41	33,20	25,36
7,2	8,0	8,2	7,4	12,49	11,74	9,47	13,38	12,62	9,67
3,9	7,1	7,4	7,0	13,80	11,72	9,07	12,68	11,71	5,39
7,0	7,3	7,6	7,5	14,15	13,38	10,91	13,74	12,61	7,27
3,3	9,2	6,9	6,6	16,78	15,48	13,71	15,23	11,79	8,78
3,9	8,1	7,3	7,2	12,67	12,70	9,21	13,01	10,63	7,24
7,7	10,7	7,8	7,2	32,84	32,29	28,26	42,03	27,75	23,73
3,2	9,0	8,0	7,8	10,42	10,34	9,22	12,48	9,93	6,75
3,0	9,1	7,1	7,3	26,63	32,20	26,66	33,21	24,47	23,67
7,1	9,7	7,1	7,1	29,84	35,43	32,02	36,40	25,66	25,07
7,8	8,5	6,4	7,0	18,78	17,17	14,37	19,55	12,96	10,86
3,0	8,0	6,4	6,9	13,05	12,85	9,41	12,55	8,14	1,83
				391,94 ¹⁾	355,18 ¹⁾	326,22 ¹⁾	376,97 ¹⁾	319,22 ¹⁾	254,52 ¹⁾

DRAINWATER

Wintersemester

Datum.	Liters.						Mgr	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.
1909.								
18 Januari	1875	1933	1856	1952	1780	1752	19,8	16,1
6 Februari	1704	1952	1685	2113	1999	1676	18,9	17,1
7 " 	2113	2180	2104	2209	1990	1923		
8 " 	2113	2180	2104	2209	1990	1923		
9 " 	1342	1847	1818	1818	1723	1590	21,2	17,1
11 " 	1285	1438	1571	1704	1323	1085	17,7	14,1
27 Maart	1875	2028	1914	1999	1818	1418	17,3	15,1
30 " 	1247	1476	1247	1618	1466	1085	26,6	18,1
2 April	1380	1704	1342	1666	1580	1295	22,1	16,1
13 " 	1438	1495	1180	1685	1485	942	21,1	14,1
	16372	18233	16821	18973	17154	14689		

1) Zie noot pag. 216 en 217.

ABEL N°. VIII.

08—1909.

r Liter.				Grammen N per veldje (300 M².).					
3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
14,9	21,6	11,5	10,6	37,07	32,07	27,66	42,23	20,43	18,53
18,0	19,4	16,0	12,8	111,98	108,39	105,93	127,01	95,44	70,88
17,9	20,7	16,5	13,0	28,44	31,76	32,45	37,66	28,39	20,60
14,5	16,8	12,4	11,4	22,78	20,26	22,79	28,59	16,35	12,37
15,0	15,8	17,8	17,8	32,46	30,99	28,68	31,59	32,32	25,23
18,1	21,7	22,1	17,5	33,20	27,58	22,63	35,06	32,44	18,98
16,5	17,7	18,5	16,5	30,57	27,57	22,11	29,54	29,24	21,42
15,4	15,1	16,4	15,9	30,37	21,52	18,17	25,45	24,36	15,01
				326,88 ¹⁾	300,14 ¹⁾	280,43 ¹⁾	357,14 ¹⁾	278,96 ¹⁾	208,01 ¹⁾

DRAINWATE

Wintersemest

Datum.	Liters.						Mgr.	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.
1909.								
27 Augustus . . .	1676	1637	1038	1342	1380	1875	16,—	4,0
2 September . . .	1676	2018	1856	1942	* 1923	1933		
3 " . . .	1257	1571	1409	1533	1656	1695	14,1	4,6
4 " . . .	971	1028	952	1038	990	952		
4 " 's av. .	1828	1828	1742	1733	1809	1828	15,8	5,8
6 " 's mo. .	2171	2275	2190	2294	2104	2056		
6 " 's av. .	952	1637	1742	1333	1704	1685		
7 " 's mo. .	1180	1847	1752	1733	1799	1875		
7 " 's av. .	847	1257	1247	1047	1200	1180	12,2	6,3
8 " 's mo. .	1180	1561	1342	1304	1371	1304		
9 " . . .	1409	1780	1685	1723	1866	1752		
10 " . . .	1209	1304	1133	1200	1228	1133		
13 " . . .	1894	1904	1847	1790	1961	1723	9,4	5,6
14 " . . .	876	962	809	885	876	666		
20 " . . .	2056	2152	1904	2237	1885	1190		
24 " . . .	1609	1752	1495	1723	1485	981		
30 October . . .	781	1295	1219	1076	1133	0	16,4	6,4
1 November . . .	1247	1723	1676	1466	1409	1571		
13 " . . .	1038	1685	1628	1390	1333	714	14,9	7,6
15 " . . .	1780	1999	2009	1933	1904	1837		
17 " . . .	1257	1875	1856	1533	1761	1485		
20 " . . .	1047	1628	1561	1314	1504	819		
24 " . . .	1180	1714	1666	1533	1628	942	13,0	8,2
26 " . . .	1418	1904	1904	1647	1790	1399		
27 " . . .	762	1190	1295	952	1295	809		
29 " . . .	1114	1618	1647	1285	1628	1180		
30 " . . .	1247	1580	1828	1314	1733	1390	15,0	10,8
1 December . . .	1733	1904	1999	1676	1885	1618		
2 " . . .	1571	1809	1961	1599	1904	1599		
3 " . . .	1714	1885	2009	1495	1904	1523		
4 " . . .	2018	2132	2171	2009	2085	2075	16,6	14,9
4 " 's av. .	847	876	1142	703	866	838		
5 " . . .	1904	1904	1904	1904	1904	1904	16,6	14,9
6 " 's mo. .	2342	2437	2361	2466	2351	2323		
6 " 's av. .	1295	1695	1856	1047	1152	1180		
7 " 's mo. .	2085	2256	2266	2190	2142	2152		

119 56

ABEL. №. IX.

009—1910.

or Liter.				Grammen N per veldje (300 M ² .).					
3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
4,2	4,8	9,8	5,9	53,63	14,68	12,25	15,63	32,46	22,86
5,3	5,7	9,9	5,6	31,39	11,89	12,55	14,54	26,16	14,81
8,6	6,0	11,9	4,9	96,89	44,30	63,93	42,27	88,18	36,30
7,9	6,0	10,0	5,0	80,04	49,20	56,99	42,16	76,63	35,20
7,3	4,4	8,6	4,5	42,59	27,47	30,91	21,32	36,60	12,74
8,2	6,3	15,2	6,8	33,23	19,43	23,68	16,07	38,63	10,66
11,7	7,3	13,4	8,3	76,45	54,89	82,66	44,97	86,81	40,20
12,6	7,8	11,6	8,3	57,97	52,46	81,73	42,17	73,50	35,85
16,2	9,3	14,1	9,2	94,16	74,16	126,16	56,72	104,40	56,46
20,5	12,3	19,4	13,2	33,54	31,85	44,44	24,80	40,38	27,45
20,5	12,3	19,4	13,2	140,81	136,96	195,05	102,93	162,99	111,08

Datum.	Liters.						Mgr.	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.
1909.								
7 December 's av. .	1104	1314	1647	1209	1514	1466	16,—	14,9
8 " 's mo. .	1752	1942	1933	1837	1923	1875		
8 " 's av. .	790	876	895	752	733	743		
9 " 's mo. .	1428	1552	1504	1380	1571	1333		
10 " . . .	1723	1809	1799	1847	1866	1752		
11 " . . .	1466	1447	1418	1428	1599	1285	13,3	12,5
13 " . . .	1847	1875	1828	1933	1818	1733		
15 " . . .	1409	1371	1200	1523	1533	1000		
20 " . . .	1561	1580	1428	1809	1618	685		
23 " . . .	2161	2275	2275	2190	2094	2028		
24 " . . .	2218	2342	2313	2275	2190	2266	15,0	15,6
24 " 's av. .	1123	1390	1609	1009	1333	1257		
25 en 26 December .	3808	3808	3808	3808	3808	3808		
27 December 's mo. .	2199	2294	2209	2304	2066	2037		
27 " 's av. .	914	1142	1295	971	1238	1009		
28 " 's mo. .	1704	1847	1685	1628	1695	1476	13,3	13,3
29 " 's mo. .	2094	2190	2123	2171	2066	2066		
29 " 's av. .	866	1028	981	790	952	828		
30 " 's mo. .	1457	1542	1466	1399	1647	1495		
31 " . . .	1561	1504	1409	1495	1676	1457		
1910.								
1 Januari	1428	1428	1428	1428	1428	1428	13,0	13,6
3 " 's mo. .	2028	2094	2028	2113	1952	1904		
4 "	1238	1171	1123	1238	1361	990		
6 "	1714	1533	1390	1676	1628	1076		
12 "	1685	1695	1552	1847	1628	790		
15 "	1799	1837	1780	1914	1780	1314	13,3	15,0
17 "	2370	2390	2390	2466	2380	2228		
18 "	1323	1333	1342	1285	1656	1085		
19 "	1209	1247	1285	1238	1628	1161		
20 "	1371	1418	1409	1314	1599	1180		
21 "	1723	1761	1828	1733	1894	1771	12,9	13,7
22 "	1476	1485	1428	1304	1666	1266		
24 "	1752	1771	1723	1771	1771	1609		
27 "	1761	1676	1647	1723	2085	1276		
29 "	1723	1438	1514	1542	1790	1266		
31 "	2275	2323	2256	2323	2123	2142	13,1	14,6
1 Februari	2209	2218	2199	2256	2132	2209		
2 "	2085	2123	2094	2161	2094	2123		
3 "	1904	1894	1923	1990	1999	1971		
4 "	1571	1380	1466	1533	1809	1752		

26602
Jan 29 mm 7615

ABEL. N^o. IX. (*Vervolg*).

1909—1910.

Liter.				Grammen N per veldje (300 M ²).					
3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
17,3	12,2	15,5	13,1	132,27	133,01	159,01	103,38	142,87	110,80
14,3	11,2	13,0	12,7	92,47	88,77	96,28	83,34	91,69	69,06
16,7	14,1	16,3	14,4	245,43	274,12	291,84	230,57	277,38	233,43
13,8	13,3	13,7	12,5	105,84	103,13	101,99	105,35	110,—	85,49
14,1	13,2	14,2	13,4	93,47	98,99	99,38	98,90	105,36	72,54
14,8	13,6	14,9	13,3	57,15	66,22	66,72	58,30	76,31	54,86
13,4	13,6	14,8	13,9	19,02	20,29	19,18	17,74	24,67	17,55
13,4	13,6	14,8	13,9	96,79	98,47	95,90	100,11	115,05	87,23
13,7	14,5	15,9	14,3	101,76	111,27	104,95	114,84	128,13	115,55

Datum.	Liters.						Mg	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.
1910.								
5 Februari	1418	1114	1133	1342	1894	1590	12,5	13,
7 "	2018	1999	2009	2123	2075	2123		
8 "	1961	1961	1990	2066	2104	2161		
9 "	1990	2018	2009	2075	2056	2056		
10 "	1790	1828	1818	1894	1942	1914	11,9	12,
11 "	1752	1647	1542	1809	2123	1837		
12 "	1342	1247	1238	1418	1714	1485		
14 "	1914	1904	1856	1961	1885	1837		
17 "	1752	1752	1637	1866	2228	1714	11,8	12,
18 "	1552	1523	1409	1723	1714	1266		
19 "	1295	1323	1276	1438	1704	1266		
22 "	1618	1628	1447	1685	1761	1361		
23 "	1771	1771	1695	1847	2094	1590	11,4	13,
25 "	1904	1980	1847	1923	1828	1771		
26 "	390	238	1809	171	619	486		
26 "	1714	2066	419	1847	1828	1637		
28 "	952	952	952	952	952	952	11,3	13,
28 "	2075	2171	2085	2171	2037	1999		
1 Maart	1790	1914	1790	1761	1847	1656		
2 "	1399	1533	1352	1466	1923	1485		
4 "	1647	1761	1447	1761	1856	1371	11,3	13,
13 "	904	933	552	390	847	—		
14 "	1514	1628	933	1028	1628	962		
14 "	—	—	1485	1733	—	—		
	155462	167856	164461	162482	170550	147845		

1) Zie noot pag. 216 en 217.

Tel. 36737
122 mm

BEL. No. IX. (Vervolg)

9—1910.

Liter.				Grammen N per veldje (300 M ²).					
3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
3,2	13,5	15,0	13,5	92,06	94,36	93,98	102,74	122,33	106,89
2,5	13,1	14,7	12,6	80,79	83,20	80,47	93,06	113,01	89,01
1,9	12,6	13,7	11,9	73,29	78,16	68,86	84,85	101,26	66,60
2,—	12,2	14,—	12,1	100,45	122,23	105,90	108,79	130,81	101,76
1,8	12,5	14,8	12,1	82,25	101,84	89,44	101,49	119,58	66,04
				2113,76 ¹⁾	1991,34 ¹⁾	2204,22 ¹⁾	1827,05 ¹⁾	2425,18 ¹⁾	1679,90 ¹⁾

NASCHRIFT.

Tijdens de correctie hebben we nog de gelegenheid gevonden de resultaten te verwerken, die sedert de indiening van bovenstaand rapport verkregen zijn.

Tabel 55.

Stikstof in mgr. per liter.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	Ge- middeld van 1, 3, 4, 6.	Ge- middeld 2 en 5.
1910.								
12 November	4,1	8,4	4,5	5,1	9,6	4,7	4,6	9,—
14, 15, 16 November . . .	4,9	10,—	5,1	5,7	11,8	5,5	5,3	10,9
18, 21 „	5,—	10,0	5,3	6,2	13,1	6,6	5,3	11,6
23, 25 „	5,3	10,1	5,7	6,8	13,8	7,2	6,3	12,—
28 „	5,4	10,—	6,—	7,4	14,1	7,4	6,6	12,—
9 December	6,—	10,2	6,1	7,8	14,3	—	6,6	12,3
17 en 19 December. . . .	8,9	13,1	8,4	10,6	16,6	13,8	10,4	14,9
20 „ 21 „	8,9	12,8	8,4	12,2	16,2	13,—	10,6	14,5
23, 24, 25, 26, 27 December	13,7	11,—	9,9	13,2	15,9	12,7	12,4	13,5
28, 29, 30 December . . .	11,2	14,9	10,4	14,1	15,9	14,6	12,6	15,4
1911.								
2 en 3 Januari	11,1	14,2	10,—	13,5	14,8	13,6	12,1	14,5
5 Januari	11,9	14,9	10,2	14,4	15,3	14,3	12,7	15,1
7 „	12,—	14,2	9,9	14,6	15,1	14,9	12,9	14,7
11 „	12,1	14,—	9,5	14,6	14,6	17,8	13,5	14,3
14 „	14,1	16,5	12,2	15,8	15,5	18,1	15,1	16,—
17 „	14,3	16,9	12,6	16,1	16,2	17,8	15,2	16,6
21 „	14,1	15,9	11,5	17,2	16,6	21,1	16,—	16,3
22 en 23 Februari	24,—	28,7	20,1	23,5	23,3	30,3	24,5	26,—
24, 25, 27 „	24,6	23,5	20,1	22,8	22,9	27,1	23,7	23,2
28 Februari 1 en 2 Maart .	21,1	24,—	20,9	21,7	22,7	23,1	21,7	23,4
3, 4 en 6 Maart	19,2	19,7	18,3	22,9	20,3	20,2	20,2	20,—
8 en 11 „	17,9	17,7	15,5	22,1	18,5	19,5	18,8	18,1
15, 16 en 17 „	19,8	21,6	19,6	20,3	20,3	20,6	20,1	21,—
18 en 10 „	17,9	18,2	17,5	19,3	19,—	19,9	18,7	18,6
21 „	17,7	17,1	15,2	19,6	17,3	20,7	18,3	17,2

Tabel 55 geeft de gehalten weer van het drainwater der 6 perceelen in de drainperiode 1910—1911. Den 12den Nov. 1910 begint het water voor 't eerst te vloeien, de gehalten zijn vrij laag.

Het springt dadelijk in 't oog, dat de nos. 2 en 5 meer mgr. nitraatstikstof per liter bevatten dan de andere perceelen. Dit verschil blijft tot \pm 21 Jan. 1911 bestaan, doch neemt af, terwijl de gehalten stijgen. Deze uitkomst is geheel onverwacht en kan slechts toegeschreven worden aan het feit, dat de perceelen 2 en 5 zomergerst droegen en de andere wintergerst, al verklaart dit op zich zelfs niets.

In het vorige drainjaar (*zie tabel 36*) heeft 5 gedurende het eerste gedeelte dezer periode een hooger gehalte gehad, dan de andere veldjes, ook hooger dan 2, welke laatste een der laagste zoo niet het laagste gehalte aanwees. In dit opzicht bestaat er geen analogie tusschen beide jaren. Het doorlopend hooger blijven der gehalten van 2 en 5 is in de laatste kolommen van *tabel 55* tot uitdrukking gebracht.

De tabel geeft nog eene andere merkwaardigheid weer, die haast even onverwacht is als de hoogere gehalten van 2 en 5. Nadat de gehalten van den aanvang af gelijkmatig gestegen zijn (een verschijnsel, dat uit de vorige jaren ons vertrouwd is geworden) is er van den 21sten Januari tot den 22sten Februari plotseling eene groote stijging in de gehalten, nl. van \pm 16 tot \pm 25 mgr. per liter. Ook zijn de verschillen van 2 en 5 met de andere perceelen niet meer aanwezig.

Voor het eerst na 10 jaren ervaring krijgen we den indruk, dat er van af 21 Jan. tot 22 Febr. 1911 (er werd in dien wintertijd geen drainwater opgevangen), eene ophooping der nitraten heeft plaats gehad. Met dit al kunnen we niet aannemen, dat de nitrificatie, (welke natuurlijk ook in de perioden, wanneer er geen drainwater afvloeit, voort blijft gaan,) als regel aanleiding geeft tot ophooping van salpeterstikstof in die mate, als het gehalte van 22 Febr. doet vermoeden. Mocht men deze meening niet deelen, dan zouden we willen vragen: waarom hebben we dan in de voorafgaande jaren na eene droge periode nooit zoo'n sprong in het gehalte waargenomen? ¹⁾ en wat klemmender is: waarom is het gehalte den 12den Nov. 1910 dan zoo laag? Bestond er vóór November 1910 dan geene gelegenheid tot ophooping der salpeterstikstof, in een tijd zelfs toen de temperatuur zooveel gunstiger was?

De opbrengst van de zomergerst in 1911 was geringer, dan die van de wintergerst (*tabel 18*). De wintergerst ontrok 68,6 KG. stikstof aan het land, de zomergerst 63,4 KG., nagenoeg evenveel, ondanks de lagere productie ²⁾. Heeft de zomergerst ten slotte in den stoppel

¹⁾ Men zie de tabellen.

²⁾ Door een misverstand werd alleen het N-gehalte van het zaad bepaald; bij de berekening gebruikten we voor het stroo en kaf de cijfers van de wintergerst.

en in de wortels meer stikstof achtergelaten dan de wintergerst? Deze vraag moeten we openlaten en er den nadruk op leggen, dat de grondbewerking (stoppelbehandeling) voor alle veldjes dezelfde was, en dat bemesting niet toegepast werd. Noch voor de hoogere stikstofgehalten van 2 en 5, in het eerste deel der drainperiode, noch voor de plotselinge stijging op den 22sten Februari en de daling daarna kunnen we de redenen ontdekken.

Volledigheidshalve volgen hieronder de opgaven van den regenval en de gemiddelde temperaturen der drainmaanden.

Tabel 56.

1910—1911.	Regenval in m m. Uithuizer- meeden.	Gemiddeld	
		minimum temp.	maximum temp.
November	111	0,8	6,6
December	59	3,—	7,3
Januari	33	0,5	4,1
Februari	72	0,4	5,7
Maart	46	2,1	8,5

Verandert de uitkomst der gehaltecijfers van 1910—1911 niets aan de conclusies welke we stelden op blz. 222, ze brengt echter het inzicht, dat op een zekere regelmaat, die we in de eerste 10 proefperioden ondervonden, nog afwijkingen mogelijk zijn, die wellicht den invloed der cultuur op de bodemstikstofverliezen, beter doen begrijpen.

In tabel 57 geven we een overzicht van de verliezen, die in het drainwater van perceel 2 plaats hadden.

Tabel 57.

Aantal liters.	K.G. per H.A.		
	Stikstof.	Kalk.	Kali.
77489	41,2	502,1	5,35

De stikstofverliezen zijn niet gering geweest; 41,2 K.G. of eene hoeveelheid, die in $\pm 3,5$ baal chilisalpeter voorkomt, vertegenwoordigen reeds een kapitaal van beteekenis. Dat deze verliezen zoo groot waren, bewijst hoeveel stikstof door den klaververbouw in de jaren 1906—1908 in den grond kwam. Dat er in het drainwater ruim 500 K.G. kalk aanwezig was, behoeft, gezien onze ervaring der vorige jaren niet te verwonderen.

Het gehalte per liter is 0,194 gram geweest, in vergelijking met de vroegere cijfers hoog noch laag; het drainwater werd in hoofdzaak in de koude wintermaanden opgevangen.

Overeenkomstig het zeer lage kaligehalte van 2,1 mgr. per liter is het verlies aan dat bestanddeel van geene praktische beteekenis geweest.

Ten slotte rest ons, eene opmerking te bespreken, die door den heer Th. J. MANSHOLT, Rijkslandbouwleeraar in Alg. Dienst, tijdens de correctie dezer verhandeling gemaakt werd.

„Is er”, — aldus de heer MANSHOLT, — „wel rekening genoeg „gehouden met den tijd, die er verloopt tusschen de vorming van „eene bepaalde hoeveelheid nitraat en het moment, dat dezelfde „hoeveelheid in de drainbuizen terecht komt?”

De heer M. voert dan de volgende berekening uit: Volgens *tabel 9* kan men jaarlijks gemiddeld op ± 50.000 liter drainwater per perceel rekenen, eene hoeveelheid die overeenkomt met 166 m.M. per oppervlakte-eenheid. De water-capaciteit van dezen grond bedraagt 28 pCt., d. w. z.: 1 dM³. grond kan 0.28 liter water bergen, voordat dit afvloeit. De gemiddelde hoeveelheid van 166 m.M. per jaar kan dus door 6 d.M³. grond of in een bodemlaag van 60 c.M. geborgen worden. Een bepaald quantum salpeterstikstof in de bovenste laag gevormd, zou dan *twee jaar* noodig hebben vóór het in de drainbuizen aanlandt; — de buizen liggen immers op 125—130 c.M. De heer M. merkt dan verder op.

„De redeneering gaat natuurlijk wat mank, aangenomen is daarbij „toch, dat het op den grond vallende water, het daarin aanwezige „voor zich uitdrijft, alsook de daarin opgeloste zouten; dat er dus „in 't geheel geene vermenging of diffusie plaats heeft. Ook is aan- „genomen, dat een laag grond geen water aan de volgende afgeeft, „vóór ze zelf verzadigd is. Deze onderstellingen houden geen steek; toch „zal de grond der redeneering juist zijn. De quaestie is nu, hoeveel „er aan ontbreekt.”

Ons antwoord is dit: er ontbreekt zooveel aan, dat practisch gesproken een bepaald nitraatmolecuul op ons land niet twee jaar noodig heeft om de bodemlaag te doordringen, doch bij *gestagen* regenval dien weg in een aantal dagen of hoogstens enkele weken aflegt.

Inderdaad was het eene omissie, hierop in ons rapport niet genoeg den nadruk gelegd te hebben.

In de eerste plaats zij er aan herinnerd, dat de gemiddelde 50.000 liter per perceel niet aangeeft, de hoeveelheid, die door den grond zakt, doch slechts wat wij opvingen, hetgeen een deel, misschien wel 50 pCt. van de werkelijke hoeveelheid zakwater is; daarom gaan we voor de berekening liever uit van het quantum, dat in 1909—1910 verzameld werd en dat ruim 80 pCt. van den regenval bedroeg. Dit nu is $\pm 150\,000$ liter; in dit jaar zou de zak-snelheid van 2 jaar tot $\frac{2}{3}$ jaar gereduceerd zijn. Nog ontbreekt er heel wat aan, voor men tot de opvatting geraakt, dat de snelheid grooter is; daarom zullen we zien, wat er in de praktijk gebeurt en gaan weder terug naar de proeven van Rothamsted op pag. 130, *tabel 1*. We zien, bij vergelijking van veldje 15, dat zwavelzure ammoniak in het *najaar* krijgt (October), met de veldjes 7 en 9, die in het *voorjaar* zwav. amm. resp. chilisalpeter ontvangen, dat wanneer bij 7 en 9, het gehalte aan nitraatstikstof in Oct. in geringe mate stijgt, het water van 15, reeds het dubbele gehalte heeft bereikt. De stijging in Nov. en Dec. is nog karakteristieker. Ziehier de cijfers nog eens herhaald:

Tabel 58.

1910—1911.	7.	9.	15.
September	7,8	10,5	7,8
October	8,8	12,8	16,9
November	17,7	14,7	44,—
December	20,5	17,7	50,3
Maart	9,4	12,2	12,9
April	14,3	30,4	9,6

De bemesting in het najaar toegepast is in Oct. reeds en in Nov. en Dec. nog steeds duidelijk. Evenzoo is de voorjaarsbemesting van 9 met chilisalpeter in Maart gegeven, in April al in het drainwater te bespeuren.

Men kan aan DÉHÉRAINS proeven soortgelijke resultaten ontleenen, doch daar het Rothamstedsche tabelletje een gemiddelde van 36 jaren weergeeft, is dit bewijskrachtiger. Nu is wel is waar de drainzool op 75 cM. gelegen, dus 50 cM. hooger dan de onze, doch daartegenover staat dat de „heavy loam” van Rothamsted eene grootere watercapaciteit zal bezitten, dan onze zavelgrond, bovendien is met het aanbrengen eener correctie voor het verschil van 50 cM.,

het tijdsverloop tusschen de vorming van een nitraatmolecuul in den bovengrond en zijn intreden in de drainbuizen, bij lange niet op $\frac{2}{3}$ jaar gebracht, zooals de theorie dit wil.

Hoe onverwacht snel het water door den grond dringen kan heeft de afgeloopen zomer ons geleerd. Op eenen zavelgrond gelegen aan het proefstation, van ongeveer dezelfde watercapaciteit als de Uithuizermeedensche had haver gestaan.

De regen bracht op den grond:

in April	18,1 mM.
„ Mei	20,6 „
„ Juni	51,8 „
„ Juli	20,0 „
„ Augustus . . .	12,9 „
van 1 tot 28 September. . .	28,7 „

zoodat men begrijpen zal, in welk een abnormaal drogen toestand, de bodem na den oogst achter gelaten werd ¹⁾.

Van 28 Sept. tot 4 Oct. viel er 83 mM. regen. Direct na dezen regenval liepen de drains *niet*, doch den 6en October begonnen de buizen ²⁾ een weinig water af te staan, nadat er in twee dagen geen regen gevallen was. In Uithuizermeeden liepen de buizen nog niet, doch de grond was reeds zoodanig verzadigd, dat bij *gestagen* regenval de proefnemer aanneemt, dat 60 mM. extra voldoende geweest zouden zijn, om den waterafvoer in te leiden.

Het Winschoterdiep, dat einde Sept. een peil had, hetwelk 83 cM. beneden het normale lag, steeg na de regenperiode 28 Sept.—4 Oct. 37 cM. hetgeen er op wijst, dat, de Drentsche grond, en het bouwland in de veenkoloniën reeds water doorlieten. Wie had dit kunnen verwachten, wanneer men de zaksnelheid berekende, zooals wij dit deden?

Met dit al is nog niet verklaard, waarom de werkelijke gang van zaken zoo sterk van de berekening afwijkt. Wij kunnen er geen andere reden voor vinden, dan aan te nemen, dat de ontwatering op gedraineerd land geheel anders plaats heeft, dan men uit de watercapaciteit, die slechts om het zoo uit te drukken eene theoretische grootheid is, afleiden kan. En we vinden steun voor deze meening in de proef van *fig. 7* en *8*, waarbij blijkt, dat de ontwatering van gedraineerd land, eigenlijk een soort zuigwerktuig is waarbij water en lucht *beide* door den grond circuleeren, zoodat deze nooit in den

¹⁾ Van grondbewerking was geen sprake.

²⁾ Ze liggen op 1,20 M.

verzadigingstoestand verkeert. Daardoor vervalt de waarde der berekening, die immer op het „verzadigd-zijn” berust.

Intusschen zijn wij den heer MANSHOLT voor zijne opmerking erkentelijk, omdat deze de gelegenheid opende eene omissie te herstellen. Ten slotte kunnen we niet beter doen, dan eene tweede opmerking van den heer M. onderschrappen.

„Het komt me echter voor, dat we de circulatie van het water in den „grond beter moeten leeren kennen, dan we thans doen.”

K

